

**LA MARIPOSA BÚHO, *Caligo telamonius*: CICLO DE VIDA, CRÍA EN CONDICIONES
DE SABANA DE BOGOTÁ Y UN MODELO DE BIOPROSPECCIÓN EN
EDUCACIÓN**

**OSCAR REINEL ALFONSO CASTILLO
DIANA CAROLINA PIRACÓN LOZANO**

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES
BOGOTÁ
2016**

LA MARIPOSA BÚHO, *Caligo telamonius*: CICLO DE VIDA, CRÍA EN CONDICIONES DE SABANA DE BOGOTÁ Y UN MODELO DE BIOPROSPECCIÓN EN EDUCACIÓN

Oscar Reinel Alfonso Castillo
Licenciado en Biología

Diana Carolina Piracón Lozano
Licenciada en Biología

Trabajo presentado como requisito para optar al título de
Magister en Ciencias Ambientales

Directora:
Luz Stella Fuentes Quintero
Ingeniera Agrónoma, MSc

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES
BOGOTÁ
2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

M. Sc. Luz Stella Fuentes Quintero

Jurado

Jurado

*“Al final conservaremos sólo aquello que amemos,
amaremos sólo aquello que comprendamos,
y comprenderemos sólo aquello que se nos enseñe”.*
(Baba Dioum)

*Dedicamos este trabajo a nuestros padres y
hermanos por ser el pilar fundamental en todo lo
que somos, por nuestra educación, tanto
académica, como de la vida, por su incondicional
apoyo perfectamente mantenido a través del
tiempo, a nuestras parejas Nair y Félix, por su amor
y apoyo incondicional, a nuestras familias, amigos y
compañeros por compartir los buenos y malos
momentos, por participar de manera directa o
indirecta en la elaboración de este trabajo.*

Oscar Alfonso y Diana Piracón

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Educación del Distrito Capital, en el marco de la Bogotá Humana, especialmente a la Subsecretaría de Calidad y Pertinencia y la Dirección de Formación de Docentes e Innovaciones Pedagógicas, por financiar los estudios posgraduales a más de 3000 docentes, de los cuales hicimos parte.

A las directivas de los colegios Distritales, Colegio Técnico Benjamín Herrera IED y Colegio José Antonio Galán IED, este último, no solamente facilitó los espacios físicos para la implementación del mariposario, sino también prestó un apoyo financiero, a través de presupuestos participativos.

A nuestra directora Luz Stella Fuentes por la dirección y guía durante el presente trabajo, al personal del Centro de Biosistemas de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, por su disposición a colaborar tanto con los espacios físicos como con las herramientas necesarias para el desarrollo del proyecto.

A Jean Francois Le Crom, por su colaboración en la determinación de los especímenes. A los señores Danilo García y Félix V. Cruz por sus conocimientos y su colaboración con la consecución y transporte del material vegetal para la adecuación de los mariposarios, y a la organización Mariposas del Sureste de México, por sus aportes en el conocimiento de las condiciones de cría de *Caligo telamonius*.

A la practicante de la Universidad Pedagógica Nacional, Ariadna Quintero por su acompañamiento en la fase pedagógica del proyecto y en especial a los estudiantes del semillero de investigación del Colegio José Antonio Galán IED, que fueron el motor de nuestro proceso investigativo y siempre estuvieron dispuestos a aprender. Finalmente, a nuestros docentes, amigos y familia, que siempre estuvieron apoyando de manera incondicional la elaboración de la presente investigación.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	18
2.	JUSTIFICACIÓN	19
3.	MARCO TEÓRICO	21
3.1.	Biodiversidad.....	21
3.2.	Mariposarios como herramienta educativa y para la conservación.....	23
3.3.	Bioprospección.....	24
3.4.	<i>Caligo telamonius</i> - Lepidóptera: Brasolinae	26
3.5.	Pensamiento científico	28
3.6.	Estrategia didáctica.....	29
4.	ESTADO DEL ARTE.....	31
4.1.	Bioprospección y conservación.....	31
4.2.	<i>Caligo telamonius</i>	32
4.3.	Bioprospección en Colombia	34
4.4.	Bioprospección con mariposas.....	35
4.5.	Bioprospección en educación.....	36
4.6.	Desarrollo del pensamiento científico	36
5.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	38
6.	HIPÓTESIS	40
7.	OBJETIVOS.....	40
7.1.	Objetivo general.....	40
7.2.	Objetivos específicos	40
8.	METODOLOGÍA	40
8.1.	Determinación de los parámetros del ciclo de vida de <i>C. telamonius</i>	41
8.1.1.	Origen del pie de cría y localización del proyecto.....	41
8.1.2.	Manejo de individuos.....	41

8.1.3.	Observaciones y mediciones de algunos aspectos del ciclo de vida de <i>C. telamonius</i> en condiciones de laboratorio.....	43
8.2.	Desarrollo del modelo de crianza de <i>C. telamonius</i>	45
8.2.1.	Evaluación del proceso de cría de <i>C. telamonius</i> bajo diferentes condiciones de temperatura y HR.....	45
8.2.2.	Implementación de un modelo de crianza a partir de la construcción de un mariposario en un entorno educativo.....	46
8.3.	Articulación de la propuesta bioprospectiva en educación.....	47
8.3.1.	Participantes	48
8.3.2.	Diseño de la propuesta didáctica.....	48
9.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
9.1.	Determinación de los parámetros del ciclo de vida de <i>C. telamonius</i>	60
9.1.1.	Descripción del ciclo biológico	60
9.1.2.	Características de los estados del ciclo de vida de <i>C. telamonius</i>	64
9.2.	Desarrollo del modelo de cría de <i>C. telamonius</i>	74
9.2.1.	Evaluación del proceso de cría de <i>C. telamonius</i> bajo diferentes condiciones de temperatura y HR.....	74
9.2.2.	Implementación del modelo de crianza a partir de la construcción de un mariposario en el Colegio José Antonio Galán IED.....	77
9.3.	Propuesta de bioprospección con <i>C. telamonius</i> en un entorno educativo.....	78
9.3.1.	Análisis del momento de identificación	81
9.3.2.	Análisis del momento de desarrollo	82
9.3.3.	Análisis del momento de validación	83
10.	CONCLUSIONES	84
11.	RECOMENDACIONES.....	85
12.	REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	86
13.	ANEXOS.....	97
13.1.	Formato test de conocimientos previos y prueba de validación.....	97
13.2.	Análisis comparativo de los resultados en el test de conocimientos previos y la prueba de validación.....	99

13.3. Análisis de los talleres implementados en la fase de desarrollo	113
13.4. Registro fotográfico del desarrollo de la propuesta de bioprospección en educación	124
13.5. Determinación de los adultos de <i>C. telamonius</i>	127

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Ciclos de cría realizados con <i>C. telamonius</i> en el C-Bios y registro de temperatura y Humedad Relativa (HR) en cada uno de ellos	46
Tabla 2: Desarrollo del test de entrada.....	49
Tabla 3: Taller sesión 1 semillero de investigación	52
Tabla 4: Taller sesión 2 semillero de investigación	53
Tabla 5: Taller sesión 3 semillero de investigación	54
Tabla 6: Taller sesión 4 semillero de investigación	55
Tabla 7: Taller sesión 5 semillero de investigación	56
Tabla 8: Taller sesión 6 semillero de investigación	57
Tabla 9: Taller sesión 7 semillero de investigación	58
Tabla 10: Taller sesión 8 semillero de investigación	59
Tabla 11: Comparación de la duración en días de los ciclos de vida de <i>C. telamonius</i> , <i>C. illioneus</i> y <i>C. memnon</i>	61
Tabla 12: Longitud total corporal de <i>C. telamonius</i> y distancias entre genas de las cápsulas cefálicas en mm.....	71
Tabla 13: Análisis de los resultados encontrados durante las tres fases del proyecto para la categoría conceptual: Aspectos básicos de entomología general y características de los lepidópteros.....	78
Tabla 14: Análisis de los resultados encontrados durante las tres fases del proyecto para la categoría conceptual: características de los lepidópteros (cría en condiciones de cautiverio)	79
Tabla 15: Análisis de los resultados encontrados durante las tres fases del proyecto para la categoría conceptual: Pensamiento científico.....	79
Tabla 16: Análisis de los resultados encontrados durante las tres fases del proyecto para la categoría conceptual: Biología de la conservación	80
Tabla 17: Análisis de los resultados encontrados durante las tres fases del proyecto para la categoría actitudinal.....	80
Tabla 18: Matriz de análisis del taller 1.....	114
Tabla 19: Matriz de análisis del taller 2.....	115

Tabla 20: Matriz de análisis del taller 3.....	117
Tabla 21: Matriz de análisis del taller 4.....	118
Tabla 22: Matriz de análisis del taller 5.....	119
Tabla 23: Matriz de análisis del taller 6.....	120
Tabla 24: Matriz de análisis del taller 7.....	123

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Duración promedio y acumulada en días de cada estado del desarrollo de <i>C. telamonius</i>	61
Gráfica 2: Tasa de mortalidad y Porcentaje de recuperación por estado de <i>C. telamonius</i> ..	62
Gráfica 3: Crecimiento en el estado de larva y diámetro de la Cápsula Cefálica (CC) de <i>C. telamonius</i> durante su desarrollo en condiciones semicontroladas.....	71
Gráfica 4: Duración promedio en días de estadios en larva de <i>C. telamonius</i> , <i>C. memnon</i> (Cantarero <i>et al.</i> , 2009) y <i>C. illioneus</i> (Orozco, 2005).	73
Gráfica 5: Promedio en mm ² del consumo foliar de <i>C. telamonius</i> en cada instar larval.....	74
Gráfica 6: Proporción de individuos sobrevivientes de <i>C. telamonius</i> por estado en diferentes ensayos de cría: Ensayo 1: Lab. - Cuarto de cría 1 (T 20°C ±1°C- HR 60 – 70%), Ensayo 2: Lab. - Fitotrón (T 25°C ±1°C - HR 40 – 50%), Ensayo 3: Lab. - Cuarto de cría 2 (T 30°C ±1°C- HR 50 – 60%), Ensayo 4: Invernadero - Casa malla (T 22°C ±12°C - HR 60 – 80%)	75
Gráfica 7: Comparación en la proporción de individuos sobrevivientes de <i>C. telamonius</i> por estado en: Ensayo 4: C-Bios UJTL Invernadero - Casa malla (T 22°C ±12°C - HR 60 – 80%) y Mariposario Colegio José Antonio Galán IED (JAG). (T 23.5°C ±14°C - HR 60 – 70%).....	77
Gráfica 8: Comparación del desempeño de los estudiantes del semillero de investigación del colegio JAG en cada núcleo temático en la prueba diagnóstica y en la validación. Núcleo temático I (Aspectos básicos de entomología general y características de los lepidópteros), Núcleo temático II (cría de lepidópteros en condiciones de cautiverio), Núcleo temático III (Pensamiento científico) Núcleo temático IV (Biología de la conservación).....	82
Gráfica 9: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación en la pregunta 1.....	99
Gráfica 10: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 2.	100
Gráfica 11: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 3.	100

Gráfica 12: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 4	101
Gráfica 13: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 5	102
Gráfica 14: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 6	103
Gráfica 15: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 7	103
Gráfica 16: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 8	104
Gráfica 17: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 9	105
Gráfica 18: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 10.....	106
Gráfica 19: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 11.....	106
Gráfica 20: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 12.....	107
Gráfica 21: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 13.....	108
Gráfica 22: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 14.....	109
Gráfica 23: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 15.....	110
Gráfica 24: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 16.....	110
Gráfica 25: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 17.....	111
Gráfica 26: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 18.....	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Jaula de cría utilizada como Pupario.....	42
Figura 2: Interior y exterior de la Casa malla adaptada como mariposario en el C-Bios de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Chía Cundinamarca).....	43
Figura 3: a. Amplitud de la cápsula cefálica. b. Longitud Total corporal de <i>C. telamonius</i> ...	44
Figura 4: Cálculo del área foliar, usando el Software Image J	45
Figura 5: Exterior e interior del invernadero utilizado como mariposario en el Colegio José Antonio Galán IED.....	47
Figura 6: Imagen de un huevo de <i>C. telamonius</i>	64
Figura 7: a. Larva de <i>C. telamonius</i> en Instar I b. cápsula cefálica	65
Figura 8: a. Larva de <i>C. telamonius</i> en Instar II b. Cápsula cefálica y primeros segmentos .	65
Figura 9: Larva de <i>C. telamonius</i> en Instar III	66
Figura 10: Larva de <i>C. telamonius</i> en Instar IV.....	67
Figura 11: Larva de <i>C. telamonius</i> en Instar V	67
Figura 12: Prepupa de <i>C. telamonius</i>	68
Figura 13: Pupa de <i>C. telamonius</i> a. Vista anterior b. Vista posterior.....	69
Figura 14: Adultos de <i>C. telamonius</i> a. Coloración ventral b. Coloración dorsal.....	70
Figura 15: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión I (prueba diagnóstica)....	124
Figura 16: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión teórica.....	124
Figura 17: Estudiantes semillero de investigación – Sesión práctica (Morfología de insectos)	124
Figura 18: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión práctica (Instrumentos de medida).....	125
Figura 19: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión práctica (Condiciones ambientales del mariposario).....	125
Figura 20: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión práctica (Ciclo de vida de <i>C. telamonius</i>).....	126
Figura 21: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión teórica (Formulación pregunta de investigación.....	126

Figura 22: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión práctica (Mantenimiento del invernadero).....	126
Figura 23: Respuesta enviada por el Doctor Jean Francois Le Crom vía e-mail con la determinación de los individuos de <i>C. telamonius</i>	127

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se propuso generar un modelo de bioprospección en educación a partir de la construcción de un mariposario, utilizando a *Caligo telamonius* (mariposa búho) como herramienta didáctica en el colegio José Antonio Galán IED de Bogotá, con el fin de fomentar el desarrollo del pensamiento científico en estudiantes de básica secundaria. La investigación fue de tipo mixta y se organizó en las siguientes fases: i) determinación de los parámetros del ciclo de vida de *C. telamonius* en cuanto a duración, caracterización de los estados que lo componen y supervivencia, además de la medición del consumo foliar y crecimiento de las larvas; ii) formulación de un modelo de crianza que se consolidó con la construcción del mariposario a partir de la realización de varios ciclos de cría en diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa y, iii) desarrollo de una estrategia didáctica a través de talleres. A partir del análisis de la información recolectada en las primeras dos fases se pudo concluir que el conocimiento de los parámetros del ciclo de vida y la realización de varios ciclos de cría permitió plantear un modelo de crianza de *C. telamonius* en condiciones semicontroladas de invernadero en la Sabana de Bogotá. Además, la tercera fase evidenció el avance de los estudiantes en la apropiación de conceptos, el desarrollo de actitudes y habilidades en el fortalecimiento del pensamiento científico.

Palabras clave:

Biodiversidad, bioprospección, *Caligo telamonius*, estrategia didáctica, pensamiento científico.

ABSTRACT

This research was proposed to generate a model of bioprospecting in education from the construction of a butterfly house, using *Caligo telamonius* (Owl Butterfly) as a didactic device in school José Antonio Galán IED at Bogotá, in order to promote development of scientific thought in secondary students. The research was mixed type and was organized in the following project phases: i) determination of the parameters of the life cycle of *C. telamonius* in terms of lifetime, characterization of states and survival, besides the measurement of foliar consumption and growth of larvae; ii) development of a model of breeding that was consolidated with the construction of the butterfly house from the completion of several breeding cycles under different conditions of temperature and relative humidity. iii) Development of a pedagogical strategy through workshops. From the analysis of the information collected in the first two phases it was concluded that knowledge of the parameters of the life cycle and performing several cycles of breeding allowed us to propose a model of breeding *C. telamonius* under semi-controlled greenhouse conditions at the Sabana de Bogotá. In addition, the third phase displayed the progress of students in the appropriation of concepts, developing attitudes and skills in strengthening scientific thought.

Keywords

Biodiversity, Bioprospecting, *Caligo telamonius*, didactic strategy, scientific thought.

1. INTRODUCCIÓN

La destrucción y degradación de los ecosistemas y por consiguiente la pérdida de la biodiversidad, es uno de los problemas que más preocupa al hombre desde la década de los sesenta. Colombia al ser considerado un país megadiverso tiene una inmensa responsabilidad, no solo en cuanto al conocimiento de su propia biodiversidad sino también en relación con la implementación de prácticas que garanticen su conservación y aprovechamiento sostenible.

Aunque la biodiversidad *per se*, se constituye como un objeto de estudio, su conocimiento debe trascender y permear a la sociedad logrando un cambio de actitud no solo frente a la conservación de la biodiversidad y el uso de los recursos, sino también, en las relaciones con los otros humanos. Es decir, que la relación de la biodiversidad con la sociedad, no debe limitarse únicamente a su conocimiento o a la contemplación, también debe educarse frente a la misma, con el único fin de construir una ética ambiental donde la sociedad fundamente sus valores en el respeto a la vida en todas sus manifestaciones.

La presente propuesta de investigación aborda el concepto de bioprospección y reconoce el potencial que la biodiversidad tiene para ser utilizada en el ámbito de la educación y en la construcción de una ética ambiental. Por lo cual se propone la utilización de *C. telamonius* para la formulación de un modelo de bioprospección en educación, a través de la implementación de una estrategia didáctica que permita el desarrollo del pensamiento científico en estudiantes de básica secundaria del colegio José Antonio Galán IED.

Esta propuesta surge a partir de reflexionar que los fines, los contenidos y los métodos de la enseñanza de las ciencias naturales, deben tener en cuenta no solo el saber disciplinar, sino también los intereses de los estudiantes, los métodos cómo se enseña y las estrategias pedagógicas que se implementan en un contexto determinado. Según

Municio y Crespo (1998), aprender ciencia debe ser una tarea de comparar y diferenciar modelos, no de adquirir saberes absolutos y verdaderos. El llamado cambio conceptual, necesario para que el estudiante progrese desde sus conocimientos intuitivos hacia los conocimientos científicos, requiere pensar en los diversos modelos y teorías desde los que se puede interpretar la realidad.

2. JUSTIFICACIÓN

La preocupación por la necesidad de conservar los recursos naturales y hacer un uso sostenible de éstos por parte de los gobiernos, encuentra su origen en el año de 1992, cuando se celebró en Río de Janeiro la Cumbre de la Tierra; durante dicho encuentro diversos sectores de la sociedad, preocupados por el futuro del planeta, acordaron una serie de proposiciones para lograr un futuro mejor. En este contexto 150 naciones firmaron el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), que generó el compromiso global de conservar y utilizar sosteniblemente los recursos y garantizar la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos biológicos y genéticos (Melgarejo, 2003).

Como consecuencia de dicha convención, en Colombia, el Convenio fue ratificado mediante la ley 165 de 1994, y sus principales objetivos son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.

Además de la necesidad de regular el aprovechamiento de los recursos naturales desde un punto de vista legal y económico, también resulta importante reconocer tanto, el valor intrínseco que tiene la biodiversidad, es decir su valor de existencia; como el valor

extrínseco, en términos de los bienes y servicios que nos permiten la existencia y nuestro deleite. Cada vez más conscientes del valor intrínseco de la diversidad biológica, así como de sus réditos ecológicos, genéticos y socioeconómicos, resulta indiscutible para la mayoría de las naciones civilizadas, que junto a estos valores, la biodiversidad posee una gran trascendencia en relación con lo educativo, cultural, recreativo y estético (Torres y García, 2011).

Lo anterior permite afirmar que la biodiversidad debe trascender también en el ámbito de la educación, no solo en términos de su conocimiento, sino también en su aprovechamiento en diferentes escenarios, esto facilitaría el proceso de enseñanza – aprendizaje en estudiantes de diferentes ciclos de formación, a partir del desarrollo de habilidades y competencias propias de las ciencias naturales. La ley 115 establece que la educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes (Ley General de Educación, 1994), por otra parte, en los Estándares curriculares de Ciencias Naturales se afirma que en un mundo cada vez más complejo, cambiante y desafiante, resulta apremiante que las personas cuenten con los conocimientos y herramientas necesarias que proveen las ciencias para comprender su entorno y aportar a su transformación, siempre desde una postura crítica y ética frente a los hallazgos y enormes posibilidades que ofrecen las ciencias (MEN, 2004).

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) en los Lineamientos curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, establece que la educación en ciencias y en tecnología tiene como finalidad central, el desarrollo del pensamiento científico, como herramienta clave para desempeñarse con éxito en un mundo fuertemente impregnado por la ciencia y la tecnología (MEN, 1998). También en el mismo documento, se designa a los maestros en Biología a fomentar unas competencias básicas que deben lograr los estudiantes al finalizar su proceso de aprendizaje, pero está en el propio maestro y en su quehacer pedagógico, el responder a esos logros básicos pensando, diseñando y

utilizando diferentes estrategias pedagógicas de enseñanza – aprendizaje que sean favorables en su institución y que estén de acuerdo a su contexto. (MEN, 1998)

La presente propuesta de investigación permite, por un lado, reconocer aspectos de la biología de *Caligo telamonius*, una mariposa que destaca no solo por su tamaño, sino también por su belleza y facilidad de manejo en condiciones de cautiverio; y por otro, se constituye en un contexto de aprendizaje y de formación científica, que posibilita el acercamiento de los estudiantes a contenidos y teorías propias de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental, generando un espacio en el que se desarrollen prácticas en condiciones reales, que aporten a su formación académica.

De acuerdo con lo anterior, se presenta este trabajo como una propuesta de bioprospección en educación, en la cual se desarrolla una estrategia didáctica acorde a los objetivos planteados en los lineamientos y estándares curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental del MEN, que tiene como propósito el desarrollo de habilidades propias del pensamiento científico en estudiantes del Colegio José Antonio Galán IED.

3. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de esta investigación se resalta la importancia de reconocer, entender y analizar los conceptos de Biodiversidad, Bioprospección, *Caligo telamonius*, pensamiento científico, didáctica de las Ciencias Naturales y estrategia didáctica; los cuales orientarán la articulación del concepto de bioprospección en un ámbito educativo.

3.1. *Biodiversidad*

El término biodiversidad fue acuñado por el entomólogo Edwar O. Wilson en 1986 para referirse a la diversidad biológica. Durante el National Research Council of America

(NCR), varias personas se lo sugirieron porque pensaban que la palabra Biodiversidad tendría mayor poder comunicativo que el de diversidad biológica (Uribeondo, 2007).

La biodiversidad fue definida de manera oficial en el marco de la cumbre de Rio de Janeiro en el año de 1992, en el Convenio sobre Diversidad Biológica. En el cual, se estableció como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (ONU, 1992). Desde otra mirada, la biodiversidad también puede explicarse como la variedad de todos los tipos y formas de vida, desde los genes a las especies, a través de una amplia escala de ecosistemas (Gaston, 1995); estas definiciones, aunque establecidas desde diferentes perspectivas, determinan entre otras cosas, que la biodiversidad se evidencia en los diferentes niveles de organización biológica.

Desde la década de los 60 existe una preocupación mundial por la pérdida vertiginosa de la biodiversidad, debido a que esta también sustenta el funcionamiento de los ecosistemas, que prestan una amplia gama de servicios a las sociedades humanas. Por lo tanto, su pérdida constante tiene graves repercusiones para el bienestar presente y futuro de la humanidad (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010). En el mismo documento se establece que la meta de biodiversidad para el 2010 ayudó a fomentar importantes medidas para salvaguardar la biodiversidad, entre ellas, la creación de más áreas protegidas (terrestres y de aguas costeras), la conservación de determinadas especies y ciertas iniciativas para combatir algunas de las causas directas del daño a los ecosistemas, como la contaminación y la invasión de especies exóticas. (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010).

En respuesta a lo anterior han surgido numerosas propuestas de conservación tanto *in situ* como *ex situ*, que en últimas buscan proteger componentes de la biodiversidad y ambientes ampliamente amenazados por la actividad humana.

3.2. *Mariposarios como herramienta educativa y para la conservación*

Un mariposario podría definirse como una estructura tipo invernadero o casa malla, que genera las condiciones ambientales y de alimentación necesarias para la cría de mariposas, tanto en su medio natural como en uno artificial. Además, cuenta con una infraestructura que garantiza el éxito de la reproducción de especies y su posterior liberación en áreas adecuadas para su desarrollo (Pérez, Genaro y Garrido, 2009). Sin embargo, los mariposarios no son únicamente lugares propicios para la cría y reproducción de mariposas con fines comerciales o recreativos, también son verdaderos escenarios que permiten un uso sostenible de un componente de la biodiversidad, lo cual a su vez se constituye en una estrategia de preservación y conservación; además, son una herramienta con la cual los estudiantes tanto en el contexto de la educación formal como no formal, se acercan al conocimiento de algunos conceptos y temáticas propias de las ciencias naturales.

Una de las razones que soportan la cría de mariposas como elemento de conservación es que estos insectos son difíciles de sobreexplotar, mientras que los bosques tropicales son fáciles de destruir (Gómez, 2006). Por consiguiente, la cría de mariposas induce a los criadores a conservar los bosques, debido a que estas personas aprenden a apreciar la relación que existe entre su medio de sustento y la existencia de zonas forestales en buenas condiciones (FAO, 2002). Otra razón que evidencia que la cría de mariposas permite la conservación, está relacionada con la disminución de la pérdida de diversidad genética, a través de la producción de mariposas en parcelas de cultivo, permitiendo así, la conservación de especies en peligro de extinción y sus hábitats naturales (Hutton, 1985).

Por otro lado, los mariposarios también pueden constituirse en escenarios de aprendizaje, debido a que estos representan un ecosistema que permite estudiar el ciclo de vida de una especie, el papel ecológico que desempeña en la naturaleza y las relaciones biológicas que mantiene con su entorno. Son una herramienta útil en el

proceso de enseñanza – aprendizaje. Con el mariposario se reúnen las condiciones óptimas para llevar a cabo procesos de educación ambiental, puesto que estos están destinados a proporcionar información y educación, lo cual permite una mayor apreciación del papel que desempeñan las mariposas en la naturaleza y promueven la conservación del ambiente (Rodríguez, 2012).

3.3. *Bioprospección*

La prospección referida a la exploración en búsqueda de algo ha sido una de las fuerzas que ha motivado al hombre a la búsqueda continua de recursos, información y conocimiento. La bioprospección o prospección de la biodiversidad, puede ser definida como la búsqueda sistemática, clasificación e investigación de nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas y otros productos que poseen un valor económico actual o potencial, y que se encuentran en los componentes de la diversidad biológica (Duarte, 2011).

La bioprospección también implica la búsqueda de información a partir de especies biológicas para su uso posterior en procesos de producción en diversos sectores. Ejemplo de esa información es la contenida en el material genético de todos los seres vivos (prospección genética), en los compuestos químicos que producen (prospección química) o en el conocimiento tradicional (Alatorre, 1995).

Otro aspecto importante en relación con la bioprospección, es la riqueza cultural de diversas comunidades que desde tiempos inmemoriales han utilizado de manera sostenible diferentes componentes de la biodiversidad con fines farmacológicos y alimenticios. Por esta razón, la bioprospección también puede ser definida como la búsqueda de biomoléculas con propiedades medicinales, industriales, farmacológicas y biotecnológicas, con marcadas implicaciones sociales, culturales, económicas, jurídicas y políticas (Carrizosa, 2002).

La bioprospección y la biotecnología son herramientas que amplían el espectro de uso sostenible de la biodiversidad, específicamente de los recursos biológicos, genéticos y sus componentes y propiedades. A través de estas, se puede acelerar el proceso de búsqueda y conocimiento de moléculas, genes, o ingredientes activos, que luego pueden ser producidos industrialmente sin tener que recurrir al uso extractivo insostenible de la biodiversidad (DNP *et al.*, 2011).

Investigaciones realizadas por Resources For the Future (RFF) establecen que los estudios frente a la biodiversidad se han centrado en su uso para el desarrollo de nuevos productos comerciales, sin embargo, este no es el único e incluso puede que no sea el más importante (Simpson, 1997). Según el mismo autor, las razones para conservar la biodiversidad pueden clasificarse en tres categorías:

- Nuevos productos agrícolas, industriales y farmacéuticos [...] (p. 13)
- Recursos cosechados como la madera, el pescado y diferentes productos de caza, aunque también, algunos servicios ambientales como el ciclo hidrológico, los ciclos de nutrientes, protección contra la erosión, la regulación del clima [...] (p. 13)
- Estética, ética, y beneficios espirituales. (p. 13)

Esta última categoría que justifica la conservación de la biodiversidad, hace referencia a su valor intrínseco, es decir su valor de existencia, el cual posee gran trascendencia en lo educativo, cultural, recreativo y estético (Torres y García, 2011). Por tal razón, la utilización de mariposas en entornos educativos como una forma sostenible de aprovechamiento de la biodiversidad, se constituye no solo como estrategia de conservación y como herramienta que genera información e investigación, sino como una oportunidad que podría facilitar el proceso de enseñanza – aprendizaje en estudiantes de diferentes ciclos de formación.

3.4. *Caligo telamonius* - *Lepidoptera: Brasolinae*

El orden Lepidoptera constituye el tercer grupo más diverso de insectos después de los dípteros y los coleópteros, agrupa a las mariposas y polillas y cuenta con 158.570 especies descritas de las cuales 147 han sido reportadas como extintas (Zhi-Qiang, 2013). La familia Nymphalidae se constituye en el grupo más extenso dentro de los lepidópteros, en él, se agrupan mariposas de tamaños y colores muy variados, ampliamente extendidas, aunque mejor representadas en las regiones tropicales. Tradicionalmente estas especies se agrupaban en distintas familias independientes, pero recientes estudios morfológicos y moleculares han demostrado que todas estas especies tienen un origen común. Su árbol genealógico es monofilético, y está constituido por 12 subfamilias distintas (Olivarez *et al.*, 2011).

La subfamilia Brasolinae incluye aproximadamente 80 especies crepusculares que son exclusivamente neotropicales, entre las cuales se encuentran algunas de las mariposas más grandes del mundo. Se caracterizan por tener coloración oscura en la parte inferior de sus alas, con un patrón que es esencialmente una combinación de estriaciones en zig-zag de colores contrastantes y grandes ocelos que pueden variar en tamaño y número. Tienen las patas anteriores modificadas en cepillos. Los huevos redondeados son puestos exclusivamente en plantas monocotiledóneas, de las cuales las familias Arecaceae, Poaceae, Musaceae, Heliconiaceae y Bromeliaceae son las más importantes (García *et al.*, 2002; Salazar *et al.*, 2010)

Las mariposas de la tribu Brasolini se caracterizan por poseer una coloración oscura en la parte ventral de sus alas; las posteriores presentan dos manchas oculares de gran tamaño en posición ventral, constituidas por tres círculos con forma de ojos, el más grande o posterior presenta un halo amarillo que rodea una mancha oscura por lo cual se les conoce comúnmente como mariposas búho (Vergara, 1980; Vélez *et al.*, 1991; Penz, 2007). Las larvas se alimentan únicamente de monocotiledóneas, aunque existe variación en el tipo de planta hospedera al interior de la tribu, los adultos se alimentan de frutos en descomposición, zumos de fruta, y su actividad de vuelo por lo general es

crepuscular (Penz, 2007). Los brasolinis, según Casagrande (2004), incluyen tres subtribus que agrupan cerca de 18 géneros clasificados de acuerdo a la morfología de la genitalia externa tanto en machos como en hembras (Penz, 2007; Specht y Paluch, 2009). La subtribu a la que pertenece *C. telamonius* es Brasolina.

Una caracterización del género *Caligo* fue realizada por Godman y Salvin (1901), tomando como referencia las descripciones realizadas para algunas especies del género, entre ellas *Caligo telamonius* (C. y R. Felder, 1862); en ella se define lo siguiente:

Se conocen aproximadamente 20 especies del género *Caligo* que contiene algunas de las mariposas más grandes de la fauna de Sur América, poseen alas grandes y redondeadas y un cuerpo robusto; la celda pre-discal de las alas posteriores es bastante pequeña; en el macho se presenta un parche desnudo en las nervaduras submedias de las alas posteriores, con un pequeño haz de pelos en el medio y en el interior de la nervadura; el fémur de las patas delanteras del macho es aproximadamente igual en longitud a la coxa, la cual es robusta. El tegumento del macho tiene un lóbulo en el borde medio ventral a cada lado, el cual, es casi recto y serrado, y en su extremo proximal lleva un largo espolón dirigido hacia el exterior; los harpagones (segmentos abdominales modificados para la sujeción de la hembra durante la cópula) son largos y delgados, fuertemente dentados en su borde superior. (p. 131)

Según Godman y Salvin (1901), aunque *C. telamonius* tiene un gran parecido con *C. memnon*, las alas anteriores de la primera, presentan una coloración más ocrácea, y la coloración azul de las alas posteriores es más extensa, lo cual facilita su diferenciación. En las alas anteriores de *C. telamonius* predomina el color naranja y en su borde se presenta una coloración rubio oscura a marrón amarillenta. Los órganos sexuales secundarios de los machos son dentados en su segmento superior.

3.5. *Pensamiento científico*

Según lo establecen los lineamientos curriculares en ciencias naturales propuestos por el MEN, uno de los propósitos de la formación es el desarrollo del pensamiento científico, lo cual, permite a los estudiantes una mejor interacción con su entorno, entender fenómenos y buscar respuestas a situaciones problema de la vida cotidiana.

El pensamiento científico no constituye una actividad privada de unos pocos espíritus selectos, aislados del resto del mundo, sino que es un fenómeno colectivo, íntimamente vinculado al destino general de la humanidad. El vínculo históricamente efectivo entre la sociedad y la ciencia refleja el nexo profundo, indisoluble, entre el pensamiento y la acción, entre la teoría y la práctica (Geymonat, 1994). Al hablar del pensamiento científico también se hace necesario mencionar al conocimiento científico, este último se entiende como una esfera de la actividad humana que conduce a la producción de una forma particular de conocimiento. Es una actividad social organizada de acuerdo a unos procedimientos y presupuestos que son precisamente los que se plasmarían en el discurso científico (Camargo y Hederich, 2011). Para desarrollar el conocimiento científico en la escuela, se deben tener en cuenta las estrategias de enseñar a investigar, que consisten ante todo en la transmisión de saberes teóricos y prácticos, de habilidades y destrezas, es decir: 1) fomentar y desarrollar una serie de habilidades y actitudes propias de la mentalidad científica; 2) capacitar y entrenar en algunas formas probadas de generar conocimientos; 3) transmitir el oficio de productor de conocimientos (Sánchez, 1987).

Otro aspecto para la construcción del pensamiento científico, es el desarrollo de competencias investigativas, que según Maldonado *et al.*, (2007) son entendidas como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que se aplican en el desempeño de una función productiva o académica. Por lo anterior la competencia investigativa propende por la aplicación de los conocimientos, enfatizando en las diferentes esferas involucradas en la actividad investigativa, entre las que se destacan las dimensiones epistemológica, metodológica, técnica y social.

Según Gil (1986), para favorecer el desarrollo del pensamiento científico, es necesario mostrar a los estudiantes que la práctica científica se compone de tres elementos principales:

Una fase creativa individual que parte de los conocimientos aceptados corrientemente por la comunidad [...]. Una fase experimental, utilizando procedimientos aceptados y validados por la comunidad [...]. Y una fase de análisis y comunicación de resultados adoptando el vocabulario y las formas de exposición aprobadas por la comunidad [...] (p. 112)

Así mismo se debe establecer una diferencia entre el término de actividad científica con el de investigación científica, este último es considerado como un proceso mucho más complejo y riguroso, caracterizado por la aplicación de un elaborado sistema de métodos, mientras que la actividad científica estudiantil se define como la actividad que propicia tanto la adquisición de conocimientos científicos, como su búsqueda y organización, y además favorece la formación y el desarrollo de habilidades, capacidades y hábitos, así como la creatividad en la aplicación de los conocimientos adquiridos (Montes de Oca y Machado, 2009).

3.6. *Estrategia didáctica*

Un área fundamental que se desprende dentro del campo de la pedagogía es la denominada didáctica, ésta se ocupa de los problemas relativos a la enseñanza y al estudio de sus métodos. Además, en los elementos normativos y operativos que implementan las prácticas en las instancias educativas formales. Es necesario detallar que en la didáctica se han desarrollado ampliamente estrategias para alcanzar la actualización y modernización de la tarea docente (Nicoletti, 2006). El concepto de estrategia didáctica está relacionado con la selección de actividades y prácticas pedagógicas en diferentes momentos formativos, métodos y recursos de la docencia. Esta es primeramente una guía de acción, en el sentido que orienta la obtención de ciertos resultados, debe estar fundamentada en un método, es flexible y puede tomar

forma con base en las metas a donde se quiere llegar. En la definición de una estrategia es fundamental tener clara la disposición de los alumnos al aprendizaje, su edad y, por tanto, sus posibilidades de orden cognitivo (Velasco y Mosquera, 2009).

Otra forma en que se define la estrategia didáctica es la planificación del proceso de enseñanza – aprendizaje para el cual, el docente elige las técnicas y actividades que puede utilizar a fin de alcanzar los objetivos propuestos y las decisiones que debe tomar de manera consciente y reflexiva. Al entender que la estrategia didáctica es el conjunto de procedimientos apoyados en técnicas de enseñanza que tienen por objeto llevar a buen término la acción pedagógica, se necesita orientar el concepto de técnica como procedimientos didácticos y el recurso particular para llevar a efecto los propósitos planeados. Las estrategias didácticas apuntan a fomentar procesos de autoaprendizaje, aprendizaje interactivo y aprendizaje colaborativo (Velasco y Mosquera, 2009).

La estrategia didáctica con la que el profesor pretende facilitar los aprendizajes de los estudiantes, según Meneses (2007) debe estar integrada por una serie de actividades que contemplan la interacción de los alumnos con determinados contenidos. La estrategia didáctica debe proporcionar a los estudiantes: motivación, información y orientación para realizar sus aprendizajes, y debe tener en cuenta según el autor mencionado, los siguientes principios:

- 1) Considerar las características de los estudiantes: estilos cognitivos y de aprendizaje.
- 2) Considerar las motivaciones e intereses de los estudiantes.
- 3) Organizar en el aula: el espacio, los materiales didácticos, el tiempo [...]
- 4) Proporcionar la información necesaria cuando sea preciso: web, asesores [...]
- 5) Utilizar metodologías activas en las que se aprenda haciendo.
- 6) Considerar un adecuado tratamiento de los errores que sea punto de partida de nuevos aprendizajes.
- 7) Prever que los estudiantes puedan controlar sus aprendizajes.
- 8) Considerar actividades de aprendizaje colaborativo, pero tener presente que el aprendizaje es individual.
- 9) Realizar una evaluación final de los aprendizajes. (p. 37)

4. ESTADO DEL ARTE

4.1. *Bioprospección y conservación*

Grandes avances científicos y tecnológicos han involucrado diferentes componentes de la biodiversidad, en este sentido, las regiones megadiversas adquieren una gran importancia, como también, los saberes de los pobladores de dichas regiones, puesto que aportan gran cantidad de materia prima para industrias como la farmacéutica y la ingeniería genética que requieren amplios acervos de variedades de plantas y animales para trabajar en sus laboratorios. Tal es el caso de la investigación realizada por el International Cooperative Biodiversity Group (ICBG) entidad de los Estados Unidos, que busca la participación internacional para realizar trabajos de bioprospección con fines farmacéuticos, conservación de la biodiversidad y desarrollo de proyectos económicos sustentables en países del tercer mundo (Ceceña y Giménez, 2003).

Otro enfoque de la bioprospección es la búsqueda sistemática de genes, compuestos naturales, diseños, y organismos de vida silvestre, con un potencial para el desarrollo de productos, estos procesos son retomados de manera reciente, por agrónomos y profesionales de ciencias afines que han hecho bioprospección agrícola, búsqueda de variedades locales que tienen ventajas agronómicas, como rendimientos particularmente altos, resistencia a plagas y enfermedades y adaptación a microhábitats específicos, aunque es importante resaltar que estos procesos han sido realizados durante siglos por las comunidades indígenas, generando beneficios, en términos de la mejora de las variedades de cultivos e híbridos, lo cual se conoce como fitomejoramiento. Aunque se debe aclarar que este ya no depende sólo de los genes de los tipos silvestres y de los cultivos primitivos, nuevas variedades mejoradas se pueden generar artificialmente a través de la ingeniería genética. Esto significa que, aunque las prácticas agrícolas tengan algunas semejanzas, las percepciones y valores de las comunidades y los individuos son claramente diferentes, en la actualidad es este uno de los campos donde se desarrolla la bioprospección (Mateo, Nader y Tamayo, 2001).

La bioprospección debe mantener un equilibrio entre la biodiversidad y la conservación, no sólo porque a partir de ella se podría descubrir en una planta o animal silvestre la clave para curar alguna enfermedad, sino también, porque posee un valor ecológico, estético y ético. La biodiversidad debe ser vista más allá de su potencial como fuente de nuevos productos, debe estar acompañada de decisiones políticas relacionadas con su conservación (Simpson, 1997).

Los estudios enfocados hacia el desarrollo y la adaptabilidad de las especies a los cambios del ambiente, están tomando una importancia relevante a nivel mundial, como también, la crianza de diferentes especies en cautiverio con el propósito de establecer nuevos mecanismos para su conservación y perpetuación, además, este último aspecto tiene el potencial de convertirse en un instrumento educativo que enseña por ejemplo el ciclo de vida de las mariposas, su papel ecológico y las relaciones biológicas que mantienen con su entorno, haciendo un abordaje desde la biología, ecología y etología; otro aspecto importante relacionado con el aprovechamiento de la biodiversidad, es reproducir especies en peligro de extinción con el objetivo de liberarlas en aquellos hábitats que han sido o están en proceso de recuperación (Alfaro, 2006).

4.2. *Caligo telamonius*

En relación con *C. telamonius*, la información disponible es limitada y poco reciente, de hecho, los registros encontrados hacen referencia a la descripción morfológica de los adultos, hábitos alimenticios de las larvas y distribución de la especie (C. y R. Felder, 1862). Posteriormente Godman y Salvin (1901), hacen una consolidación de la información de los Rophaloceros de Centro América, basados en las descripciones de las especies que conforman dicho grupo, en el que se menciona a *C. telamonius* junto con otras especies del género.

Como afirman Godman y Salvin (1901), las características morfológicas de *C. telamonius* presentan gran similitud con *C. memnon* y *C. teucer* y debido a la ausencia de trabajos

académicos frente a esta primera, fue necesario reconocer los trabajos realizados con otras especies del mismo género.

En 1985 Young y Muyschondt, realizan una nota aclaratoria a una publicación previa sobre *Caligo memnon* (Felder) y *Caligo atreus* (Kollar), en la que realizan descripciones generales de los estadios inmaduros, ofrecen información sobre la abundancia relativa en cultivos de banano en Costa Rica y establecen comparaciones entre los ciclos de vida, hábitos alimenticios en adultos e inmaduros, aspectos morfológicos que incluyen los patrones de coloración críptica y el comportamiento de larvas y adultos. Souza en el 2006, con individuos provenientes del noreste de Brasil realiza una descripción de los estadios inmaduros de *Caligo teucer*, basado en diferentes descripciones de otras especies del mismo género.

Cantarero *et al.*, en el 2009, describen el ciclo de vida de *Heliconius ismenius* y de *Caligo memnon*, realizado en la ciudad de Tegucigalpa, registrando aspectos de la biología y etología de ambas especies, como son: requerimientos alimenticios, migración, tiempo invertido en la alimentación, crecimiento, entre otros.

Otra especie del género *Caligo* que cuenta con algunos registros y que presenta bastante similitud a *C. telamonius* es *C. illioneus*, por tal razón se mencionan algunos trabajos realizados frente a esta especie.

En 1926 Cleare, publica una descripción del ciclo de vida de *C. illioneus*, donde se describe la biología en los diferentes estadios, se menciona su aparición en las costas de la Guayana Británica y se señala que las larvas se alimentan de las hojas de la caña de azúcar y plátano, mientras que en 1873 Burmeister, en "Revue de Zoologie", describe la larva completamente desarrollada y la pupa. Es importante mencionar que la distribución de la especie se encuentra en Colombia, Venezuela, Brasil, Ecuador y Perú, pero la subespecie a la que se refiere el artículo es aparentemente limitada a la Guayana y el norte de Brasil (Cleare, 1926).

Srygley y Penz en 1999 describieron los patrones de apareamiento de las mariposas búho *C. illioneus* (Cramer) y *C. oileus* (Felder) durante 1993 y 1994, donde se registró la distribución de machos y hembras, y las plantas hospederas en una tierra baja correspondiente a un bosque húmedo tropical en Panamá. Del estudio se concluyó que las dos especies utilizan los mismos sitios a frecuencias similares, no se pudo detectar si los miembros de diferentes especies estaban siendo atraídos por características ambientales similares o si se estaban atrayendo entre sí, en los lugares de cortejo. En este trabajo se desarrolló el modelo "hot-spot", centrado en los movimientos de las hembras en los sitios de alimentación y de las áreas de distribución reproductiva, los machos responden, ya sea conductualmente o evolutivamente, a los movimientos femeninos.

Finalmente, Specht y Paluch en 2009, describen la biología y la morfología externa de los estados inmaduros de *Caligo illioneus* (Cramer) a partir de individuos colectados en hojas de *Heliconia velloziana* (Heliconiaceae) en el bosque Atlántico en el estado de Pernambuco en Brasil.

4.3. *Bioprospección en Colombia*

Las experiencias relacionadas con bioprospección en Colombia se han abordado desde diferentes ámbitos, se incluyen trabajos frente al análisis de los principales avances en bioprospección, clasificando las experiencias de acuerdo al componente de la biodiversidad utilizado (animales, microorganismos, plantas, ecosistemas), así mismo se hace una proyección de la bioprospección y una revisión del marco jurídico que reglamenta la utilización de la biodiversidad con fines económicos (Melgarejo *et al.*, 2002).

Dentro de las estrategias de bioprospección de la diversidad de muchos países tropicales como Colombia, se diseñan metodologías de tipo experimental que demuestran el potencial uso para aumentar el conocimiento, la exploración y explotación del metabolismo secundario de las plantas. Dadas sus características

medicinales e industriales, dichos metabolitos además de protegerlas de algún patógeno, también ayudan a las plantas a sobrevivir en condiciones ambientales adversas y a su vez son de gran importancia para los seres humanos, sin embargo, el estudio de estos compuestos en plantas tropicales a nivel bioquímico, molecular y genético, es aún limitado (Rojas *et al.*, 2004).

Por otra parte, se ha analizado cuál ha sido la participación de grupos científicos, tecnológicos y de las empresas privadas, y el nivel de cooperación internacional a través de trabajos de coautoría en bioprospección para Colombia (Torres y Velho, 2009). Colombia ha venido sentando las bases para la investigación en bioprospección, creando normas específicas, políticas claras, estableciendo prioridades y un mayor apoyo a los grupos científicos.

4.4. *Bioprospección con mariposas*

En Colombia se han realizado varios proyectos de bioprospección con mariposas, en ellos se han elaborado descripciones taxonómicas, caracterización, relaciones y funciones ecológicas, entre otros, ejemplo de esto es el protocolo de cría de dos especies de mariposas, *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa*, bajo condiciones controladas en el municipio de La Mesa Cundinamarca. Donde se planteó estrategias para producir, mantener, liberar y vender ejemplares de las especies mencionadas (Sánchez y López, 2004).

Con la Comunidad Indígena de Peña Roja (Región de Araracuara, Amazonía colombiana) se realizó un proyecto de aprovechamiento económico con mariposas, como alternativa de desarrollo empresarial y conservacionista de los bosques, y adicionalmente, se propuso implementar un sistema de cría en la región, de acuerdo a los objetivos conservacionistas del proyecto y a las realidades locales (Gómez, 2006).

Salazar *et al.*, en 2010, plantearon una metodología de captura e identificación de especies, en Mocoa-Putumayo en el Centro Experimental Amazónico (CEA), donde se

diseñó el protocolo de cría de algunas especies que habitan este territorio y como conclusión se estableció que las mariposas pueden ser fácilmente criadas en cautiverio, para ser utilizadas con fines comerciales o emplearlas como objetivo en las actividades de educación ambiental.

4.5. *Bioprospección en educación*

En relación con la Bioprospección, y desde un ámbito educativo, en el Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional, en la línea de investigación de Faunística y Conservación, se orientaron prácticas pedagógicas y trabajos de grado relacionados con la utilización de mariposas y otros insectos como instrumento educativo para la enseñanza de la Biología en básica primaria y secundaria y educación universitaria (Torres y García, 2011). Por otro lado, en el año 2014 se desarrolló un estudio que proporciona un protocolo de cría de la mariposa monarca como herramienta para la enseñanza de las Ciencias Naturales en básica primaria. El estudio se realizó bajo condiciones de laboratorio, se determinó el ciclo de vida y se evaluaron las condiciones y características limitantes para la cría, finalmente se creó un material educativo que incluye la descripción del ciclo de vida del insecto y la alimentación, apoyados en guías de trabajo, material multimedia, entre otros (Hernández, 2014).

4.6. *Desarrollo del pensamiento científico*

En cuanto al desarrollo del pensamiento científico en estudiantes, cabe mencionar el trabajo presentado por Serra *et al.*, (2013), en la Ciudad de la Habana – Cuba, el cual tiene como objetivo elevar la calidad de los futuros especialistas fortaleciendo la investigación científica. Este trabajo se llevó a cabo con los estudiantes de la carrera de Ingeniería Biomédica del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, donde se desarrolló una propuesta didáctica para diferentes formas de enseñanza – aprendizaje de la disciplina física, como contribución para lograr incrementar la comprensión de las leyes y conceptos estudiados. Con el desarrollo de esta experiencia pedagógica se logró elevar considerablemente el número de estudiantes que hacen parte de diferentes investigaciones científicas, se incrementó la motivación por la física

y por su especialidad y la utilización de la información científico-técnica por los estudiantes desde los primeros años de la carrera.

Otro estudio que hace énfasis en el desarrollo del pensamiento científico, se realizó por Ordoñez (2014), el cual tenía como propósito mejorar el aprendizaje y la comprensión de quienes asisten a los cursos universitarios de pregrado. Este estudio tuvo tres propósitos: (a) evaluar cómo la réplica promueve el uso de destrezas de razonamiento científico en estudiantes de pregrado en psicología, (b) identificar cómo esta estrategia de enseñanza contribuye a mejorar la comprensión de la relación entre la teoría y la metodología a partir de proyectos desarrollados en el transcurso de un semestre académico y (c) determinar en qué medida el uso de réplicas mejora el desempeño académico respecto a contenidos de dominio incluidos en un curso de procesos cognitivos.

Para responder a estos objetivos se realizó un análisis de las calificaciones obtenidas, para determinar si sus logros, después de usar réplicas, eran significativamente mejores. Los resultados mostraron que la réplica contribuyó a incrementar el uso de algunas destrezas de razonamiento científico, tales como el control de variables y el análisis de evidencia. Se plantea que la réplica constituye un contexto apropiado para lograr que los estudiantes entiendan la lógica de la investigación en psicología experimental (Ordoñez, 2014).

En el año 2012 Roque *et al.*, realizaron un estudio en el que implementaron estrategias pedagógicas que promovieron el pensamiento científico en los estudiantes de Medicina de la Filial de Ciencias Médicas "Lidia Doce Sánchez", de Sagua La Grande, Villa Clara, Cuba, a partir de una investigación de tipo mixta, con el fin de instrumentar una estrategia didáctica para desarrollar habilidades investigativas. Este trabajo fue basado en los procesos formativos de las universidades de ciencias médicas, las cuales pretenden perfeccionar el desarrollo de habilidades investigativas en sus estudiantes, se refleja la necesidad de que los estudiantes desarrollen un pensamiento científico, que

les permita solucionar los principales problemas que se presentan en su entorno laboral, mediante el empleo del método científico. Como conclusiones de este proceso los estudiantes identificaron los aspectos metodológicos como la temática a priorizar en la investigación. La estrategia diseñada se centró en seis grandes áreas de resultados y a partir de su aplicación el número y la calidad de los trabajos presentados a eventos estudiantiles se incrementaron significativamente (Roque *et al.*, 2012).

5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Aunque Colombia tiene una pequeña extensión territorial, es uno de los países con mayor diversidad biológica, dado que, con aproximadamente 0.7% de la superficie continental posee cerca del 10% de la diversidad biológica mundial (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento nacional de planeación, Instituto Alexander Von Humboldt, 1995), por lo cual, es considerado un país megadiverso.

Sin embargo, el conocimiento actual de la fauna colombiana, e incluso neotropical, en relación con la muy vasta y peculiar diversidad ecológica y biológica es supremamente limitado. Además, se suma otra condición muy aguda, de gran trascendencia y común a casi todos los países tropicales: la pérdida vertiginosa de dicha biodiversidad pudiendo llegar a proporciones catastróficas durante los próximos 15 años (Torres y García, 1998). Ante esta realidad, se ha hecho urgente reconocer tanto a la diversidad biológica, como su importancia y su valor, además de promover estrategias para su conservación.

Como respuesta a esta necesidad han surgido diferentes proyectos en el ámbito de la bioprospección, los cuales se constituyen como una herramienta que se articula desde lo legal y lo disciplinar, y que permite conducir al aumento del conocimiento sobre nuestros recursos y a su aplicación en procesos de desarrollo productivo, que conduzcan a mejorar el ingreso y la calidad de vida de los ciudadanos (Melgarejo *et al.*, 2002).

Aunque la biodiversidad puede ser objeto de estudio *per se*, incrementando el conocimiento científico de la naturaleza a través de procesos de educación formal, y convirtiéndose también en un proceso recreativo a partir de enfoques como el de la exploración y el descubrimiento, dado el interés innato del ser humano por la naturaleza y sus características particulares. Existe también otra dimensión de la relación biodiversidad – educación formal o no formal, que va más allá del brindar conocimientos o de hacerlo desde una función recreativa. Esta es la de educar sobre el tema de la biodiversidad con el fin último de construir una nueva ética ambiental; es decir, promover una ética de conservación para construir una sociedad cuyos valores se fundamenten en el respeto a la vida en todas sus formas (Gámez, 2008).

Resulta en este punto importante considerar que el conocimiento de la Biodiversidad juega un papel fundamental en su conservación, y por tal razón, las experiencias en Bioprospección, deben apuntar no solo a la explotación comercial de la Biodiversidad, su conservación y la construcción de un cúmulo de conocimiento científico. También, estos conocimientos deben trascender en el ámbito de la educativo, lo recreativo y lo estético. La escuela ya no puede proporcionar toda la información relevante, lo que si puede es formar a los estudiantes para poder acceder a ella y darle sentido, proporcionándoles capacidades de aprendizaje que les permita una asimilación crítica de la información, desarrollando en ellos el pensamiento científico. Es por esto que se piensa que lo que necesitan los estudiantes de la educación científica no es tanto la información, sino la capacidad de organizarla e interpretarla, de darle sentido (Municio y Crespo, 1998). En este sentido se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo desarrollar una propuesta de bioprospección en educación con *Caligo telamonius* que permita el desarrollo del pensamiento científico en estudiantes de básica secundaria del colegio José Antonio Galán IED?

6. HIPÓTESIS

El conocimiento de los parámetros del ciclo de vida de *C. telamoni* en un ambiente de laboratorio facilitará el diseño y construcción de un mariposario, permitiendo a su vez, la formulación de un modelo de bioprospección en educación que potenciará el desarrollo del pensamiento científico de los estudiantes de básica secundaria del colegio José Antonio Galán IED.

7. OBJETIVOS

7.1. *Objetivo general*

Generar un modelo de bioprospección en educación con *C. telamoni*, a partir de la construcción de un mariposario y su utilización como herramienta pedagógica en el colegio José Antonio Galán IED, para el desarrollo del pensamiento científico con estudiantes de básica secundaria.

7.2. *Objetivos específicos*

- Determinar los parámetros biológicos del ciclo de vida de *C. telamoni*.
- Desarrollar un modelo de crianza de *C. telamoni* basado en el conocimiento de las condiciones necesarias para su supervivencia y reproducción, a partir de la construcción de un mariposario en el colegio José Antonio Galán IED.
- Desarrollar una estrategia didáctica con *C. telamoni* que fomente el pensamiento científico en estudiantes de básica secundaria del colegio José Antonio Galán IED.

8. METODOLOGÍA

La presente propuesta de investigación fue de tipo mixta, y se desarrolló en tres fases.

8.1. *Determinación de los parámetros del ciclo de vida de C. telamoni*

En esta fase se propuso la determinación de algunos parámetros biológicos del ciclo de vida de *C. telamoni*, tales como, duración en días, mortalidad y porcentaje de recuperación de individuos en cada estadio, crecimiento de las larvas y consumo foliar.

8.1.1. *Origen del pie de cría y localización del proyecto*

Se compraron 74 huevos al zocriadero “Tesoros de Colombia”, situado en el municipio de Nocaima – Cundinamarca. Los huevos fueron llevados al Centro de Bio-Sistemas de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (C-Bios), ubicado en el municipio de Chía – Cundinamarca.

8.1.2. *Manejo de individuos*

Los huevos fueron dispuestos de manera individual, en recipientes plásticos transparentes con un volumen de. 1500 cm³ aprox., los cuales fueron perforados de manera circular en la tapa (5 cm de diámetro) y cubiertos con velo para permitir el intercambio gaseoso con el exterior e impedir que los individuos escapen. Además, se utilizó un paño absorbente desechable humedecido, para ayudar a la conservación del material vegetal dispuesto como alimento a los estadios posteriores. Los recipientes se ubicaron en el cuarto 1 del laboratorio de entomología el cual contó con una temperatura de 20°C (±1) y Humedad Relativa (HR) entre 60 y 70%.

Una vez se presentó la eclosión, las larvas fueron alimentadas con hojas frescas de *Musa sapientum* (plátano), estas últimas, fueron lavadas y desinfectadas previamente con una solución de hipoclorito de uso comercial al 5%, además se realizó limpieza del recipiente, se retiraron los residuos y se cambió el paño absorbente dos veces a la semana, con el fin de prevenir la aparición de organismos patógenos.



Figura 1: Jaula de cría utilizada como Pupario

Las pupas fueron reubicadas en una jaula de cría que fue utilizada como pupario (Figura 1), en la cual, los individuos completaron su desarrollo hasta convertirse en adultos, estos últimos se liberaron en una casa malla de aproximadamente 16m² de superficie y 2,5m de altura, la cual contó con un sistema de riego que fue activado a diario durante aproximadamente 5 minutos. En ella se encontraron plantas de plátano – *M. sapientum* y platanillo o sagú – *Canna indica*, las cuales se utilizaron como hospederas; también se manejaron plantas acompañantes que ayudaron a controlar la humedad, la sombra, o la producción de néctar, entre ellas se destacan el bore – *Colocasia esculenta*, bella helena – *Impatiens balsamina*, pasto gramalote *Axonopus scoparius* y una especie no determinada de heliconia, entre otras (Figura 2). También se utilizó un dispositivo *Cox Tracer*, con el fin de identificar las variaciones en la temperatura y HR al interior de la casa malla, cada hora, a lo largo del día, durante aproximadamente 15 días. Por lo cual, se pudo establecer que la temperatura osciló entre los 9 y los 35°C a lo largo del día y la

HR se mantuvo entre 60 y 80%. Los adultos fueron alimentados con agua azucarada y banano y naranja en descomposición.



Figura 2: Interior y exterior de la Casa malla adaptada como mariposario en el C-Bios de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Chía Cundinamarca)

8.1.3. *Observaciones y mediciones de algunos aspectos del ciclo de vida de C. telamoni* *en condiciones de laboratorio*

8.1.3.1. *Duración del ciclo de vida y supervivencia*

Tomando como base 74 huevos, se realizaron observaciones del desarrollo de los individuos a lo largo de todo su ciclo de vida; este registro se hizo dos veces por semana, en él se hicieron conteos para determinar la duración de cada estadio y la cantidad de muertes presentadas, lo cual, sirvió como insumo para calcular las tasas de supervivencia y mortalidad y el porcentaje de recuperación de un estadio a otro.

8.1.3.2. Medición de cápsulas cefálicas y longitud total de las larvas

Para realizar las mediciones, se digitalizaron imágenes de las cápsulas cefálicas de cada uno de los cinco instar de las larvas (Figura 3a), utilizando un estereoscopio - microscopio Nikon SMZ445 y una cámara digital convencional. Una vez digitalizadas las imágenes, se procedió a medir la amplitud de las cápsulas cefálicas a través del uso del software Image J. También se midió la longitud total de las larvas (Figura 3b) utilizando un calibrador digital marca Mitutoyo, y se registraron todos los datos en milímetros.

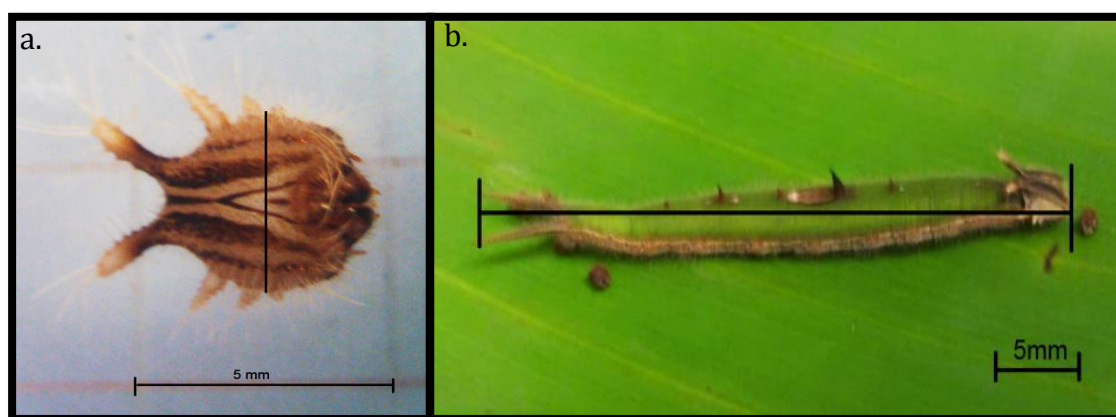


Figura 3: a. Amplitud de la cápsula cefálica. b. Longitud Total corporal de *C. telamoniui*

Las cápsulas cefálicas de cada una de las mudas fueron preservadas en alcohol al 70%, y se midió su amplitud según el método de Dyar (1980), el cual argumenta que los instar de las larvas en los insectos pueden ser determinados con base en la medida de una estructura esclerotizada, por ser la que presenta menor variación y su crecimiento se establece como una progresión geométrica regular de una muda a otra. Debido a esto, se consideró la distancia entre los puntos más externos de los bordes laterales de la cápsula cefálica y también se midió la longitud total de la larva; con base en las mediciones, se calculó la desviación estándar, el coeficiente de variación y la tasa de crecimiento, para ambos parámetros, en cada instar. Para determinar las relaciones entre el estadio larval, la amplitud de la cápsula y la longitud total, se realizó una ecuación de regresión lineal.

8.1.3.3. Medición del consumo foliar

Para realizar la medición del consumo foliar en cada uno de los estadios de las larvas, se digitalizaron fotografías de las hojas de *M. sapientum* antes y después de ser suministradas a las larvas. Posteriormente, se midió el consumo foliar a través del uso del software Image J (Figura 4), haciendo la comparación entre el área foliar inicial de la hoja suministrada y la consumida, en cm².

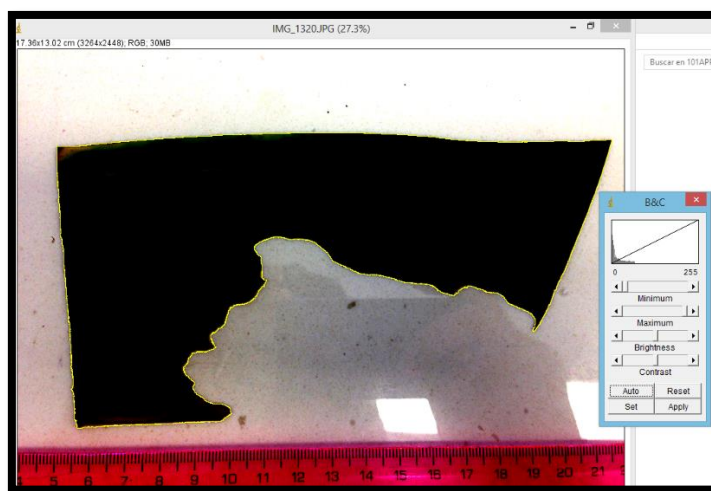


Figura 4: Cálculo del área foliar, usando el Software Image J

8.2. Desarrollo del modelo de crianza de *C. telamonius*

Durante la segunda fase, se desarrolló un modelo de crianza de *C. telamonius* a partir de la construcción de un mariposario en el Colegio José Antonio Galán IED, tomando como insumo la información obtenida en varios ciclos de cría en condiciones diferentes de temperatura y HR.

8.2.1. Evaluación del proceso de cría de *C. telamonius* bajo diferentes condiciones de temperatura y HR

Se desarrollaron cuatro ensayos de cría en diferentes lugares del C-Bios (Tabla 1), tres en el laboratorio de entomología y uno al interior de un invernadero en una casa malla que se adaptó como mariposario. Estos lugares ofrecieron condiciones particulares en términos de temperatura y HR, para ello se dispusieron hasta 15 huevos por recipiente

y se registró la cantidad de muertes en cada estadio, esto con el fin de determinar las condiciones óptimas para la cría de *C. telamonius* en la Sabana de Bogotá. Es importante mencionar, que los individuos en la casa malla, se desarrollan en libertad, debido a que los huevos (correspondientes al ensayo 1) se dejaron en el mismo lugar en el que fueron ovipuestos.

Tabla 1: Ciclos de cría realizados con *C. telamonius* en el C-Bios y registro de temperatura y Humedad Relativa (HR) en cada uno de ellos

	Lugar	Cantidad de huevos	Temperatura	Humedad relativa
Ensayo 1	Cuarto de cría 1 (Laboratorio)	74	20°C ±1°C	60 – 70%
Ensayo 2	Fitotrón* (Laboratorio)	72	25°C ±1°C	40 – 50%
Ensayo 3	Cuarto de cría 2 (Laboratorio)	60	30°C ±1°C	50 – 60%
Ensayo 4	Casa malla (Invernadero)	48	22°C ±12°C	60 – 80%

*Fitotrón *Adaptis by convitron* modelo A1000

8.2.2. Implementación de un modelo de crianza a partir de la construcción de un mariposario en un entorno educativo

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en términos de la relación entre la supervivencia - mortalidad y las condiciones generadas en cada espacio donde se realizaron los ciclos de cría; se implementó un modelo de crianza de *C. telamonius* a partir de la construcción de un mariposario en una zona verde del Colegio José Antonio Galán IED, ubicado en la localidad séptima (Bosa) de Bogotá.

Inicialmente, se construyó una estructura tipo invernadero de aproximadamente 7.3 m² de superficie y 3 m de altura, se sembraron las mismas plantas hospederas y acompañantes que se utilizaron en la casa malla en el C-Bios y se instaló una polisombra, con el fin de proteger las plantas y las mariposas de la luz solar directa. También se adaptó un pequeño espacio que se utiliza como zona de cría de larvas y pupario (Figura 5).



Figura 5: Exterior e interior del invernadero utilizado como mariposario en el Colegio José Antonio Galán IED

Una vez construido el mariposario se procedió a la implementación del modelo de crianza con una cantidad inicial de 78 huevos, en esta etapa se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos en la primera fase del proyecto (determinación de los parámetros del ciclo de vida) y las condiciones óptimas de temperatura y HR necesarias para la cría de *C. telamonius*.

Finalmente, se registró la cantidad de muertes en cada estadio, con el fin de validar el modelo de crianza para *C. telamonius* en condiciones de Sabana de Bogotá.

8.3. *Articulación de la propuesta biopropectiva en educación*

La última fase del proceso de investigación está relacionada con la articulación de la propuesta de bioprospección con *C. telamonius* en un entorno educativo, basada en el desarrollo de una propuesta didáctica que se fundamentó en la investigación cualitativa. Esta fase se compone de los siguientes elementos:

8.3.1. *Participantes*

Se realizó una convocatoria para integrar el semillero de investigación del Colegio José Antonio Galán IED, jornada tarde, se conformó un grupo de 30 estudiantes de grado sexto a noveno, siendo esta una propuesta educativa institucional que consiste en propiciar un espacio pedagógico para fomentar actividades escolares de carácter científico y tecnológico.

8.3.2. *Diseño de la propuesta didáctica*

Como se mencionó con anterioridad, la propuesta didáctica se basó en la investigación cualitativa, esta se caracteriza por la interpretación que se le da a las cosas y fenómenos que no pueden ser captados o expresados plenamente por la estadística; utiliza la inferencia inductiva y criterios de credibilidad, transferibilidad y confirmabilidad como formas de hacer creíbles y confiables los resultados de un estudio; utiliza la observación y la entrevista no estandarizada como técnicas de recolección de datos; centra el análisis en la descripción de los fenómenos y cosas observadas (Cerdeza, 1995). Para la recolección de datos en este estudio, se utilizó la observación y algunos mecanismos de registro no sistémicos que no requieren del uso de instrumentos especiales para la obtención de información.

El enfoque metodológico que se utilizó en esta fase, fue la investigación acción (IA). Esta es una forma de cuestionamiento auto-reflexivo que conduce a la interpretación de las prácticas educativas, a su mejoramiento y a la comprensión de las situaciones en las que aquellas ocurren (Cárdenas, 2006). La IA es un proceso que consta de tres fases: 1) planeación, 2) toma de decisiones y 3) La búsqueda de datos sobre resultados de las acciones emprendidas. Otro aspecto relevante de la IA que aporta a la construcción de esta investigación, es el elemento de intervención y cambio, este implica una rigurosidad más allá de la reflexión sobre la práctica, la IA se considera una investigación aplicada porque ayuda a resolver los problemas de una particularidad de situaciones y permite mejorar la labor docente (Cárdenas, 2006).

Para el desarrollo de la propuesta se elaboraron talleres acordes con el modelo planteado por Feuerstein; que se basa en la teoría de la Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), fundamentada en que el organismo humano es un sistema abierto que en su evolución adquirió la posibilidad para modificarse a sí mismo, siempre y cuando exista un acto humano mediador, la modificabilidad define la inteligencia humana como la propensión o tendencia del organismo a ser modificado estructuralmente, como una forma de adaptación plena, productiva y permanente a nuevas situaciones y estímulos, sean estos internos o externos (Feuerstein, 1980). Basados en la anterior descripción, el diseño de la propuesta didáctica se desarrolló en tres momentos:

8.3.2.1. *Identificación de los conocimientos previos:*

Consiste en identificar los preconceptos de los estudiantes del semillero de investigación del Colegio José Antonio Galán IED; para ello se construyó un test de entrada constituido por 18 preguntas relacionadas con conceptos básicos de entomología general, características de los lepidópteros (morfología, ciclo de vida y cría en condiciones de cautiverio), biología de la conservación y método científico. La aplicación de pruebas diagnósticas de conocimientos y habilidades generales y específicas, constituyen un requisito previo de los objetivos a lograr; por tal razón es importante que el profesor parta de este nivel, (diagnóstico del grupo) para organizar las vías de corrección de las insuficiencias en la formación anterior del estudiante (Mesa y López, 2006).

Tabla 2: Desarrollo del test de entrada

Actividad	Propósitos	Metodología
Test de conocimientos previos.	Identificar las concepciones previas de los estudiantes en relación con entomología general, características de los lepidópteros (morfología, ciclo de vida y cría en condiciones de cautiverio), biología de la conservación y método científico.	Aplicación de un test de 18 preguntas cerradas de selección múltiple con única respuesta, resuelto de manera individual. (Anexo 13.1.)

Análisis	Reconocer los conocimientos previos de los estudiantes frente a las temáticas propuestas en el test.	Se analizaron los resultados en los test de concepciones previas, identificando las oportunidades de mejoramiento frente a los conocimientos en las temáticas propuestas. Esto último orientó la construcción de los talleres y la fase práctica.
	Identificar las falencias conceptuales que presentan los estudiantes.	

8.3.2.2. *Desarrollo la propuesta didáctica*

Se realizaron actividades teóricas y prácticas durante ocho semanas, divididas en dos etapas. En las primeras cinco semanas, se utilizó una metodología de clases magistrales, elaboración y desarrollo de talleres y actividades de laboratorio; en estas, se hizo una introducción general al estudio de la Entomología con énfasis en los Lepidópteros hasta llegar a la descripción del ciclo de vida de *Caligo telamonius*, posteriormente, los estudiantes plantearon una pregunta de investigación que se constituye como un punto de partida para trabajos posteriores del semillero. Durante las últimas tres semanas, los estudiantes interactuaron con el mariposario, realizaron prácticas de observación, utilizaron algunos instrumentos de medición, diseñaron herramientas para la recolección de datos y realizaron actividades de mantenimiento.

Como se mencionó anteriormente, los talleres fueron construidos bajo la teoría de la MEC. Esta teoría conlleva un concepto dinámico en el desarrollo de la inteligencia y demás factores humanos, que incluye las diversas formas de ser inteligente en contextos específicos, de ahí su carácter cognitivo, que implica la totalidad del ser humano (Feuerstein, 1980). Según el autor, el acto mental se puede describir en tres fases:

Fase de entrada: Cuando el sujeto se enfrenta con un contenido de aprendizaje, realiza un estudio pormenorizado sobre lo que se le plantea empleando una serie de estrategias (percepción, comparación, uso de vocabulario preciso, atención a diferentes fuentes de información, uso de relaciones espacio-temporales y restricción de la impulsividad), tendientes a entender de qué se trata el problema o cómo resolverlo [...] (p 134).

Fase de elaboración: En la que el individuo, con toda la información de que dispone, y siempre con la ayuda del mediador, organiza, elabora y estructura la información para dar respuestas adecuadas, usando estrategias como la definición del problema y hace razonamientos hipotéticos [...] (p 134).

Fase de salida: En la que se demanda la respuesta exacta, que siempre es única. Las funciones y procesos que se suceden, están relacionados con la comunicación exacta y precisa de la respuesta o solución del problema abordado [...] (p 134).

En el diseño de los talleres planteados en esta propuesta se tuvieron en cuenta el desarrollo de las operaciones mentales, las cuales hacen parte fundamental de la MEC, y se definen como el conjunto de acciones interiorizadas, organizadas y coordinadas, en función de las cuales llevamos a cabo la elaboración de la información que recibimos (Feuerstein, 1980). Así, el acto mental se analiza en función de las estrategias que emplea la persona para explorar, manipular, organizar, transformar, representar y reproducir nueva información. Cada actividad cognitiva nos exige emplear operaciones mentales tales como: Identificación, diferenciación, representación mental, transformación mental, evocación, comparación, clasificación, seriación, codificación, decodificación, proyección de relaciones virtuales, análisis, síntesis, entre otras (Feuerstein, 1980). Muchas de estas operaciones mentales coinciden con las habilidades que deben dominar los futuros investigadores, para desarrollar una actividad científico-investigativa (Rosales y Valverde, 2008).

Tabla 3: Taller sesión 1 semillero de investigación

Sesión N° 1	Núcleo Temático	Operación Mental	Intencionalidad
Generalidades de los insectos.	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la entomología. • Taxonomía y morfología de los insectos. 	Identificación, comparación y clasificación.	Identificar algunos aspectos morfológicos, taxonómicos y evolutivos de los insectos.
Metodología			
<p>Fase de entrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizó una introducción al semillero de investigación, y se planteó el mariposario como una estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento científico. • Se socializaron los objetivos y metodología del semillero de investigación. • Mediante un espacio magistral, se explicaron los grupos taxonómicos y aspectos morfológicos de los insectos. <p>Para el desarrollo de ésta fase, los estudiantes debieron tener en cuenta los aspectos socializados, debido a que estos brindaron las herramientas necesarias para desarrollar las actividades propuestas en la fase de elaboración.</p> <p>Fase de elaboración:</p> <p>Los docentes comunicaron las instrucciones precisas para el desarrollo de las actividades propuestas en la sesión y los estudiantes de forma individual respondieron las preguntas y desarrollaron las actividades según los conocimientos adquiridos en la fase de entrada.</p> <p>Fase de salida:</p> <p>Los docentes orientaron la etapa de socialización, donde los estudiantes dieron sus respuestas y comunicaron sus experiencias en el desarrollo de la actividad, de acuerdo a las instrucciones dadas.</p>			

Tabla 4: Taller sesión 2 semillero de investigación

Sesión N° 2	Núcleo Temático	Operación Mental	Intencionalidad
Clasificación de Insectos.	Taxonomía de los insectos.	Identificación, comparación y clasificación.	Identificar estructuras morfológicas, y determinar algunos grupos de insectos.
Metodología			
<p>Fase de entrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los docentes retomaron algunos conceptos abordados, realizando un repaso al taller desarrollado en la sesión anterior. • Se hizo una presentación de la ubicación taxonómica de los insectos dentro del Reino Animal, • Se identificaron algunos órdenes de insectos basados en algunos aspectos morfológicos y se mostraron ejemplos a través de imágenes y fotografías. <p>Fase de elaboración:</p> <p>Se dieron instrucciones para la elaboración del taller, los docentes orientan las observaciones y algunas inquietudes que se presentan. Los estudiantes realizaron una observación de algunos especímenes disecados y realizan los dibujos identificando las principales partes corporales.</p> <p>Fase de salida:</p> <p>Se realizó una exposición por parte de los estudiantes de los dibujos realizados, destacando el grupo taxonómico al que pertenecen y las principales características de los insectos observados.</p>			

Tabla 5: Taller sesión 3 semillero de investigación

Sesión N° 3	Núcleo Temático	Operación Mental	Intencionalidad
Identificación de los Lepidópteros.	Generalidades de los Lepidópteros.	Diferenciación, representación mental, inferencia lógica.	Reconocer las principales características de los Lepidópteros.
Metodología			
<p>Fase de entrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes consultaron previamente algunas características de los Lepidópteros. • Los docentes realizaron una explicación general de las características de los Lepidópteros (morfología, hábitos alimenticios, taxonomía y ciclo de vida) <p>Fase de elaboración:</p> <p>Los estudiantes responden algunas preguntas en relación con la explicación de los docentes y la observación de un video que expuso la metamorfosis de la mariposa monarca.</p> <p>Fase de salida:</p> <p>Los estudiantes realizaron una puesta en común de los resultados del taller, destacando lo aprendido frente al ciclo de vida y las características principales de los Lepidópteros.</p>			

Tabla 6: Taller sesión 4 semillero de investigación

Sesión N° 4	Núcleo Temático	Operación Mental	Intencionalidad
Ciclo de vida de <i>C. telamonius</i>.	Etapas del ciclo de vida de <i>C. telamonius</i>	Identificación, diferenciación e inferencia lógica.	Identificar las principales características de las etapas que componen el ciclo de vida de <i>C. telamonius</i>
Metodología			
<p>Fase de entrada: Los docentes socializaron fotografías de las etapas del ciclo de vida de <i>C. telamonius</i>, presentaron un video del proceso de pupación y emergencia de la mariposa monarca.</p> <p>Fase de elaboración: Los estudiantes realizaron la observación de individuos inmaduros en diferentes etapas de desarrollo de <i>C. telamonius</i>, tanto vivos como preservados en alcohol, realizaron dibujos e identificaron las características principales de cada estadio.</p> <p>Fase de salida: Los estudiantes expusieron las diferentes imágenes realizadas, compartieron experiencias e identificaron etapas del desarrollo de <i>C. telamonius</i>.</p>			

Tabla 7: Taller sesión 5 semillero de investigación

Sesión N° 5	Núcleo Temático	Operación Mental	Intencionalidad
El mariposario como estrategia didáctica y de conservación	Definición de las características, estructura e importancia de un mariposario.	Representación mental, transformación mental.	Reconocer las características, estructura y condiciones ambientales de un mariposario como estrategia de conservación.
Metodología			
<p>Fase de entrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptualización de qué es un mariposario, para qué sirve y cómo se mantiene. • Socialización de cómo se realizó la construcción del mariposario en el colegio. • Los docentes realizan una mediación acerca de la importancia del mariposario como aula de enseñanza – aprendizaje y como estrategia de conservación <i>ex situ</i>. Los estudiantes previamente consultaron las condiciones y recursos que tiene un mariposario y algunos ejemplos en Colombia. <p>Fase de elaboración:</p> <p>Se hizo una visita al mariposario del colegio, donde se observaron las condiciones, materiales y recursos utilizados para su elaboración, se reconocieron el tipo de plantas sembradas y su importancia tanto en el ciclo de vida de <i>C. telamonius</i>, como en el mantenimiento de las condiciones ambientales del lugar. Los estudiantes realizaron grupos de trabajo y formularon una pregunta, relacionada con el ciclo de vida de <i>C. telamonius</i> y su desarrollo en el mariposario, para ser resuelta en etapas posteriores del proyecto.</p> <p>Fase de salida:</p> <p>Los estudiantes expresaron sus expectativas en relación con el mariposario, y socializaron la pregunta formulada por el grupo.</p>			

Tabla 8: Taller sesión 6 semillero de investigación

Sesión N° 6	Núcleo Temático	Operación Mental	Intencionalidad
Cría de mariposas.	Modelo de cría de <i>C. telamonius</i> .	Identificación, codificación y análisis.	Reconocer el modelo de cría de <i>C. telamonius</i> .
Metodología			
<p>Fase de entrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los docentes exponen el modelo de cría generado a partir de la experiencia del trabajo realizado en condiciones semicontroladas en el C-Bios de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Fase 2 del proyecto). • Se explicaron las condiciones ambientales que debe tener el mariposario y se organizaron las labores que los estudiantes del semillero de investigación deben desarrollar para la cría de mariposas. <p>Fase de elaboración:</p> <p>Con ayuda de textos y de la web, los estudiantes resolvieron preguntas relacionadas con los factores ambientales que influyen en el desarrollo de las mariposas y los compromisos que se deben adquirir para el proceso de cría de estas.</p> <p>Fase de salida:</p> <p>Los estudiantes dieron respuesta a las preguntas y se realizó un consenso, con ayuda de los docentes, acerca de las condiciones que se deben tener y el plan de trabajo para obtener un óptimo desarrollo de las mariposas.</p>			

Tabla 9: Taller sesión 7 semillero de investigación

Sesión N° 7	Núcleo Temático	Operación Mental	Intencionalidad
<p>Condiciones para la supervivencia de <i>C. telamoni</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones ambientales, Humedad Relativa y temperatura. • Manejo de instrumentos de medida. • Registro de datos. 	<p>Comparación, clasificación y codificación</p>	<p>Reconocer las condiciones necesarias para la cría <i>ex situ</i> de <i>C. telamoni</i>.</p>
Metodología			
<p>Fase de entrada: Los docentes propusieron el diseño y la construcción de formatos para el registro de datos, se explicó la forma de utilizar y leer el termómetro y el higrómetro y se establecieron los días de toma de datos y el procedimiento para hacerlo.</p> <p>Fase de elaboración: Los estudiantes organizados en grupos de trabajo registraron y analizaron los datos, hicieron observaciones relacionadas con el ciclo de vida y suministraron alimento a los organismos.</p> <p>Fase de salida: Socialización por grupos de la recolección y análisis de datos y puesta en común de la experiencia y los resultados.</p>			

Tabla 10: Taller sesión 8 semillero de investigación

Sesión N° 8	Núcleo Temático	Operación Mental	Intencionalidad
Presentación de resultados	Adaptación a condiciones de cría y ciclo de vida <i>C. telamonius</i> .	Codificación, análisis y síntesis.	Diseñar un material ilustrativo que demuestre la apropiación conceptual frente a lo realizado en todas las sesiones.
Metodología			
<p>Fase de entrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los docentes realizaron una socialización de los alcances obtenidos en el proceso, del desempeño de los participantes del semillero de investigación, y del avance en el desarrollado del pensamiento científico. • Se socializaron las pautas para la realización de un video ilustrativo. <p>Fase de elaboración:</p> <p>Los estudiantes formularon propuestas para la realización del video ilustrativo.</p> <p>Fase de salida:</p> <p>Se socializaron los avances obtenidos en el desarrollo del pensamiento científico por parte de los estudiantes, además se manifestaron las experiencias y las expectativas de seguir trabajando en el mariposario, y se motivó a los estudiantes para seguir vinculados en el proyecto.</p>			

8.3.2.3. *Validación de la propuesta didáctica*

A partir de dos actividades se evaluó la estrategia didáctica que buscó fomentar el desarrollo del pensamiento científico en los estudiantes que integraron el semillero de investigación, la primera, consistió en la aplicación de un test final que contó con las mismas características del test inicial, y que estableció un punto de comparación que permitió determinar el nivel de apropiación conceptual frente a las temáticas desarrolladas en las sesiones. La segunda, consistió en la elaboración y socialización de un video ilustrativo que evidenció lo aprendido en relación con el ciclo de vida *C. telamonius* y las condiciones necesarias para su proceso de cría *ex situ*.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

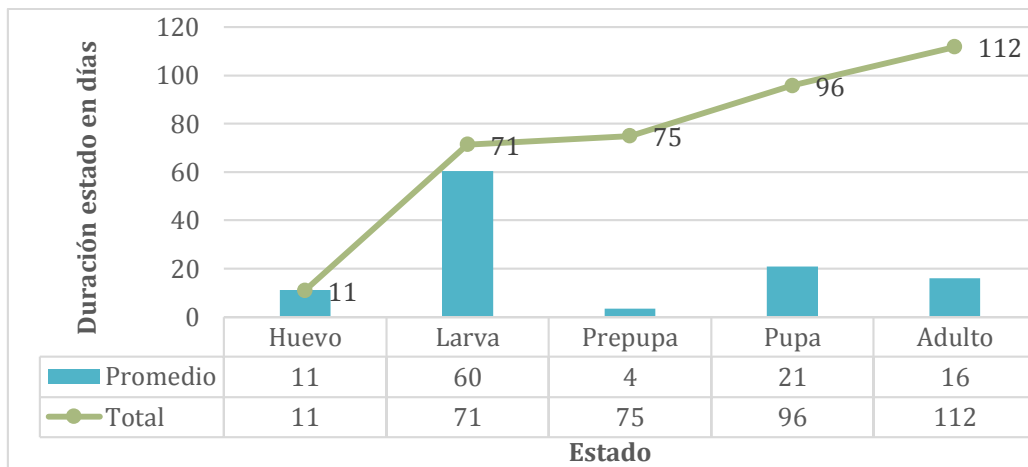
9.1. *Determinación de los parámetros del ciclo de vida de C. telamonius*

Para el desarrollo de la cría de *C. telamonius* en condiciones de cautiverio en la Sabana de Bogotá y la posterior determinación de los parámetros de su ciclo de vida, se realizó la observación y descripción de los estados que componen el ciclo, se registró la mortalidad y el porcentaje de recuperación en cada uno de ellos, en comparación con los datos registrados con otros lepidópteros, debido a la falta de información existente para esta especie.

9.1.1. *Descripción del ciclo biológico*

A partir de los datos registrados en todo el periodo de estudio, se estableció que la duración promedio del ciclo de vida de *C. telamonius* es de 112 días. Para determinar la duración de cada estado, se realizó un seguimiento desde la eclosión hasta el término de la fase adulta.

En promedio los huevos de *C. telamonius* tardan 11 días en eclosionar; la duración total de las larvas, es de 60 días, tiempo en el cual presentan cinco estadios; al término del instar V, las larvas dejan de alimentarse, reducen su longitud y aumentan su grosor, estado conocido como prepupa, el cual dura en promedio 4 días; las pupas tardan 21 días antes de que emerjan los adultos, los cuales viven aproximadamente 16 días (Gráfica 1).



Gráfica 1: Duración promedio y acumulada en días de cada estado del desarrollo de *C. telamonius*

Como se mencionó con anterioridad, no existen registros académicos que permitan contrastar la información obtenida frente a la duración del ciclo de vida de *C. telamonius* en condiciones naturales o en otras condiciones de cría, sin embargo, *C. memnon* y *C. illioneus* presentan similitudes que podrían ayudar al análisis, teniendo en cuenta que son especies del mismo género (Tabla 11).

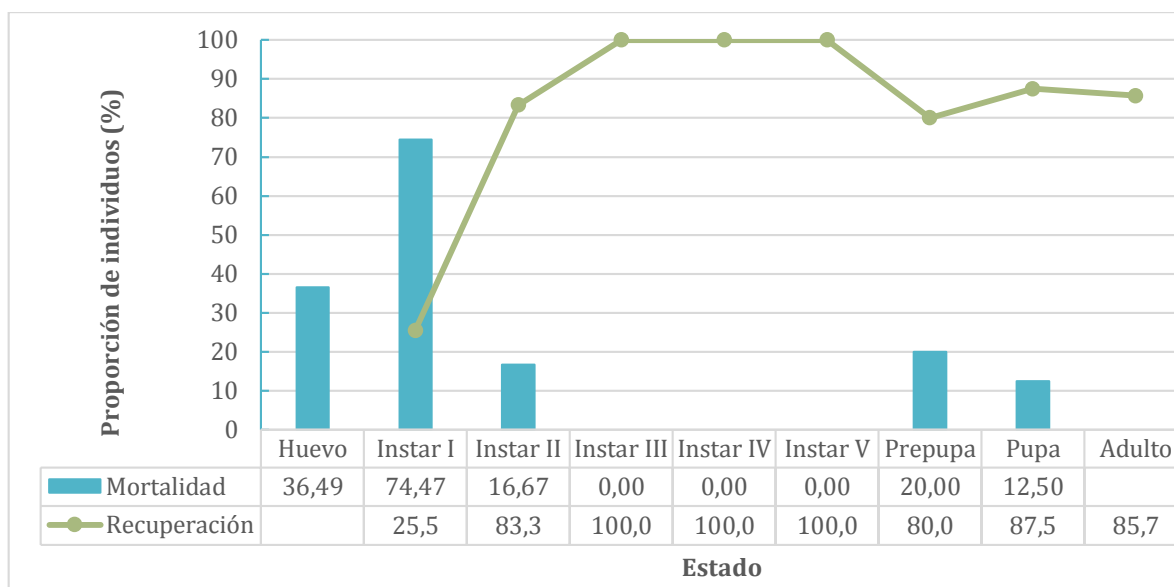
Tabla 11: Comparación de la duración en días de los ciclos de vida de *C. telamonius*, *C. illioneus* y *C. memnon*.

Especie	Huevo	Larva	Prepupa	Pupa	Ambiente	Autor
<i>C. telamonius</i>	11	60	3	21	A C	Presente investigación
<i>C. illioneus</i>	8	50	2	19	A C	Orozco (2005)
<i>C. memnon</i>	NR	55	2	21	A C	Cantarero <i>et al.</i> , (2009)
<i>C. memnon</i>	20	43	2	19	A N	Cantarero <i>et al.</i> , (2009)

(A C) Ambiente controlado, (A N) Ambiente natural (N R) No registra datos.

De los 74 huevos con los que se contó al inicio del ciclo, 36% de ellos no eclosionaron (Gráfica 2). Cantarero *et al.*, (2009) afirman que los cambios de temperatura y el movimiento de los huevos ocasionado por el transporte hacia el lugar de cría, son factores que inciden de manera negativa en el desarrollo de los huevos. Esto podría explicar la alta tasa de mortalidad presentada en este estadio.

En las larvas recién eclosionadas se presentó una mortalidad del 74%, siendo el instar I, el que presenta la mayor cantidad de muertes en todos los estadios. No obstante, el instar II, también presentó una mortalidad considerable correspondiente al 17% de los individuos, sin embargo, Zalucki *et al.*, (2002) reportan que la mortalidad en Lepidoptera en etapas iniciales; puede alcanzar tasas desde el 9 al 96%, por lo tanto, los resultados obtenidos en el estudio, se encuentran dentro de los parámetros normales para la cría de lepidópteros. Algunos factores de mortalidad en las larvas de mariposas criadas en cautiverio, según afirma Hernández (2014), pueden estar asociados a un mal manejo del nivel sanitario de la cría, en términos del uso del material desechable, desinfección de la zona de alimentación, uso de guantes para manipular individuos inmaduros y descarte de cualquier material contaminado.



Gráfica 2: Tasa de mortalidad y Porcentaje de recuperación por estado de *C. telamonius*

Las larvas en instar III a V no presentaron mortalidad, esto se explica debido a que los individuos en estadios más avanzados son más fáciles de manipular (Sánchez 2004), lo cual aumenta notablemente sus posibilidades de supervivencia. Las prepupas tuvieron una mortalidad del 20%, esto se explica debido a que algunas de ellas presentaron dificultad para aferrarse a la tapa del recipiente que las contenían, lo cual provocó su caída y posterior muerte. Finalmente, las pupas presentaron una mortalidad del 12% (Gráfica 2), correspondiente a un individuo que no completó su desarrollo; Hernández (2014), afirma que la cantidad de alimento consumido en los estadios larvales puede traer como efecto problemas en el momento de la formación de la pupa, por otro lado, las condiciones asociadas a parasitoides y bacterias influyen negativamente en su supervivencia.

Los porcentajes de recuperación, en contraste con la tasa de mortalidad, permiten determinar los estadios que presentan mejor adaptación a las condiciones ambientales y de alimentación en ciclos de cría en cautiverio, como resultado de estos, se busca formular una serie de cambios que permitan la optimización constante del proceso de cría (Celedonio *et al.*, 2006). Los porcentajes de recuperación se calculan a partir de la cantidad de individuos que pasan de un estadio a otro. En la gráfica 2, se evidencia cómo los instar III a V y el estado de pupa, presentan los valores más altos, lo anterior, debido a que los individuos en estas fases de desarrollo, presentaron una adaptación favorable a las condiciones de cría determinadas por la temperatura, Humedad Relativa y alimentación. Por el contrario, el instar I, debido al bajo porcentaje de recuperación, evidencia la necesidad de analizar las causas de las muertes de los individuos y formular cambios que permitan optimizar la supervivencia en dicho estadio.

9.1.2. Características de los estados del ciclo de vida de *C. telamonius*

9.1.2.1. Huevo



Figura 6: Imagen de un huevo de *C. telamonius*

Los huevos fueron ovipuestos en el haz de las hojas de *Musa sapientum* en grupos de 4 a 5, cerca de la nervadura central, tienen forma esférica, presentan estrías longitudinales y miden aproximadamente 2 mm de diámetro, recién puestos son de color blanco perlado y a medida que la larva se desarrolla en su interior, se tornan de color oscuro, incluso en los últimos días previos a la eclosión, puede evidenciarse los movimientos de la larva en su interior. Los huevos de *C. memnon* presentan bastante similitud con los de *C. telamonius*, son blancos, esféricos y aplanados en su base y de textura estriada (Cantarero *et al.*, 2009).

Luego de 11 días en promedio, eclosionan las larvas, las cuales como se mencionó con anterioridad, presentan 5 estadios que se describen a continuación:

9.1.2.2. *Instar I*



Figura 7: a. Larva de *C. telamoniuss* en Instar I b. cápsula cefálica

Al inicio del instar las larvas miden aproximadamente 8 mm, presentan una cápsula cefálica color ámbar – marrón de gran tamaño respecto al cuerpo, cubierta con pelos negros, largos y gruesos (Figura 7b); la placa anal presenta dos proyecciones de color castaño claro con una terminación oscura. El cuerpo tiene forma cilíndrica, no se identifican fácilmente los segmentos, la coloración cambia a lo largo del estadio desde un color amarillo verdoso claro, con dos franjas longitudinales color rojizo, hasta un color verde lima en el que desaparecen dichas franjas; después de este cambio se hacen visibles unos patrones de coloración dorsal color marrón en los primeros segmentos, y una mancha ferrugínea (color óxido) en el séptimo segmento, que será visible hasta el instar V (Figura 7a). Este estadio dura en promedio 14 días y la larva llega a medir hasta 16 mm de longitud.

9.1.2.3. *Instar II*



Figura 8: a. Larva de *C. telamoniuss* en Instar II b. Cápsula cefálica y primeros segmentos

Tiene una duración promedio de 11 días y la larva mide hasta 29 mm, incluyendo las proyecciones de la placa anal, que ahora son oscuras en una porción inferior respecto al instar anterior; la coloración y el patrón corporal es muy similar al término del estadio anterior (Figura 8a), sin embargo, la cápsula cefálica cambia en cuanto a forma y coloración, en ella se evidencia la presencia de dos proyecciones con forma de cuernos, los cuales ocupan cerca de un tercio de la misma, su coloración es ámbar – marrón y está cubierta por pelos finos de color claro hacia las zonas bucales (Figura 8b).

9.1.2.4. *Instar III*



Figura 9: Larva de *C. telamonius* en Instar III

Tiene una duración promedio de 11 días, la larva llega a medir hasta 47 mm incluyendo las proyecciones de la placa anal, su aspecto general es muy similar al anterior, sin embargo, la coloración de la cápsula cefálica cambia al hacerse visibles unas bandas de color marrón. En el cuerpo en posición dorsal, se hace evidente la presencia de seis proyecciones con aspecto de “cuerno”, que estarán presentes hasta el último instar, el de mayor tamaño se encuentra en el sexto segmento, otros más pequeños en el quinto, séptimo y octavo, y dos casi inexistentes, en el cuarto y noveno; el cuerpo presenta pelos finos de color claro.

9.1.2.5. *Instar IV*



Figura 10: Larva de *C. telamonius* en Instar IV

Dura en promedio 11 días, la larva llega a medir hasta 82 mm en total; en este estadio cambia su coloración hasta llegar a un verde oliva oscuro y se presenta un oscurecimiento en los primeros segmentos; la cápsula cefálica no cambia con respecto al instar anterior, excepto en su tamaño; el cuerpo presenta pelos finos de color claro.

9.1.2.6. *Instar V*



Figura 11: Larva de *C. telamonius* en Instar V

Tiene una duración promedio de 12 días, la larva aumenta gradualmente su tamaño hasta llegar a medir 105 mm en total, su aspecto es similar al anterior, excepto que ahora cambia su coloración por una tonalidad café y se presentan franjas distintivas de color sepia que se extienden en toda la longitud del cuerpo.

Las descripciones de los estadios de las larvas de *C. telamonius* no presentan mucha diferencia con los de *C. illioneus*, *C. memnon* y *C. teucer*, de hecho, las diferencias más

notorias están relacionadas con la coloración del cuerpo y la cantidad y ubicación de las proyecciones con forma de cuerno (pseudoespinas) que este presenta. Ejemplo de esto es la coloración de las larvas al término del cuarto instar de *C. memnon*, las cuales se tornan de color café (Cantarero *et al.*, 2009), mientras que las de *C. telamonius* presentan una coloración verde oliva, así mismo, en el quinto instar es evidente como las larvas de *C. memnon* son más oscuras que las de *C. telamonius*. En el caso de *C. teucer* se hacen visibles las pseudoespinas desde el segundo instar (Souza, 2006) y la ubicación y cantidad difiere respecto a *C. telamonius*, aunque la apariencia general de la larva sea muy similar.

9.1.2.7. *Prepupa*



Figura 12: Prepupa de *C. telamonius*

Al término del quinto instar las larvas dejan de alimentarse y producen una pequeña red de seda en la tapa del recipiente que las contiene, la coloración es considerablemente más ligera, aumentan en diámetro y disminuyen su longitud, posteriormente se suspenden por las patas falsas anales, cabeza hacia abajo y aproximadamente dos días después se desprende la exuvia y emerge la pupa. La duración total de este proceso es de cuatro días en promedio.

9.1.2.8. Pupa

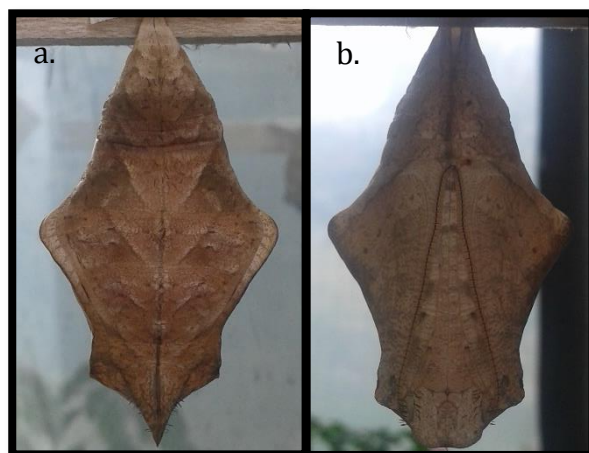


Figura 13: Pupa de *C. telamonius* **a.** Vista anterior **b.** Vista posterior

Tipo obtecta, con una coloración que va desde un amarillo pajizo hasta un color pardo oscuro (Figura 13a). El género *Caligo* tiene una baja variación interespecífica en la morfología general de la cabeza, tórax y abdomen de la pupa. La mayoría de estas diferencias están relacionadas con el patrón de coloración, por lo que algunas especies son virtualmente indistinguibles, la longitud varía desde 37 hasta 40 mm y el ancho máximo en la base de las tecas alares oscila entre 19 y 22 mm (Specht y Paluch, 2009). El género posee varias cerdas en todo el cuerpo (Figura 13b), distribuidas en la línea media dorsal y el vértice próximo a los ojos, el abdomen presenta líneas oblicuas de color oscuro que van desde la línea media hacia el lado de los espiráculos (Souza, 2006).

9.1.2.9. Adulto¹

Como se mencionó en el numeral 3.4. del Marco Teórico, los adultos de *C. telamonius* presentan un cuerpo robusto y en sus alas anteriores (vista ventral) poseen una coloración naranja - ocre con un borde de coloración rubio oscura a marrón amarillenta (Figura 14b); según Godman y Salvin (1901), *C. telamonius* tiene un gran parecido con *C. memnon*, aunque las alas anteriores de la primera tienden a ser más oscuras, y la

¹ Los adultos fueron determinados por el Doctor Jean Francois Le Crom a través de fotografías digitales enviadas vía correo electrónico. Anexo 13.5.

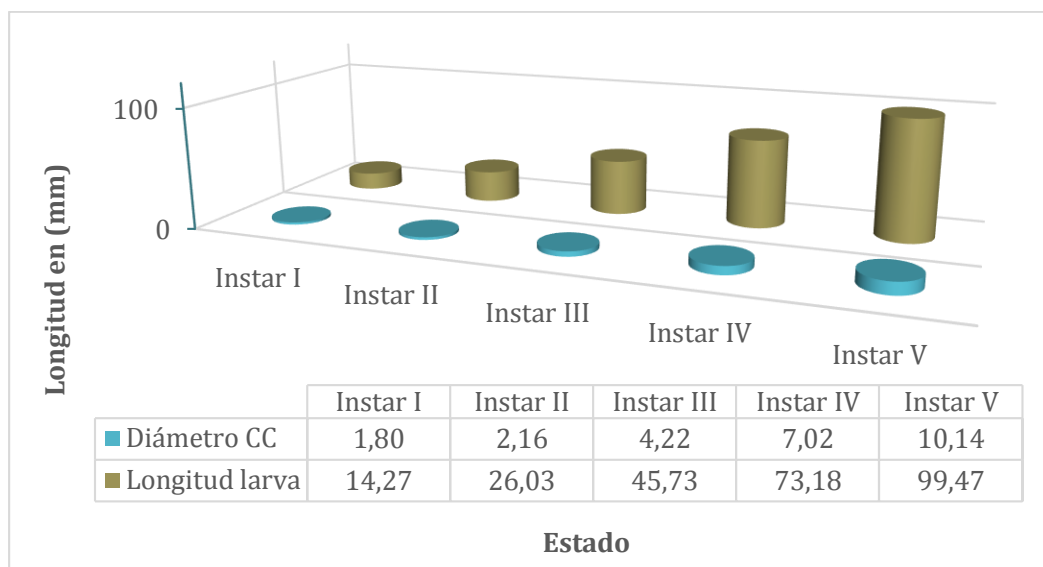
coloración azul de las alas posteriores es más extensa. La parte ventral de las alas (Figura 14a) presentan un patrón de coloración oscura que esencialmente es una combinación de colores contrastantes con forma de zig-zag, en ellas destacan dos grandes manchas oculares constituidas por tres círculos que asemejan la forma de ojos, el más grande se encuentra en las alas posteriores y presenta un halo amarillo que rodea una mancha oscura, razón por la cual, el nombre común para las mariposas de esta subfamilia es el de mariposas búho.



Figura 14: Adultos de *C. telamonius* **a.** Coloración ventral **b.** Coloración dorsal

9.1.2.10. *Crecimiento en el estado de larva de C. telamonius*

La gráfica 3 proporciona información acerca de las diferencias significativas en las medidas de la distancia entre genas de la cápsula cefálica (CC) para los cinco estadios de las larvas de *C. telamonius*, al igual que para la longitud total de la larva (LT), evidenciando que existe un crecimiento progresivo en las estructuras morfológicas, sin embargo, en los últimos estadios de las larvas, disminuye este crecimiento. Esto comprueba que el presente estudio cumple la regla de Dyar que propone que las partes esclerotizadas de la larva tienen un patrón de crecimiento lineal, mientras que la longitud total de la larva presenta un crecimiento logarítmico (Daly 1985).



Gráfica 3: Crecimiento en el estado de larva y diámetro de la Cápsula Cefálica (CC) de *C. telamonius* durante su desarrollo en condiciones semicontroladas.

Tanto, la CC y la LT presentaron un coeficiente de variación promedio (CV %) de 7,66 ($\pm 5,12$) y de 8,76 ($\pm 2,60$), respectivamente. La tasa de crecimiento de la capsula cefálica y de la longitud total del instar I al II fue de 1,20 y 1,82; del II al III fue de 1,95 y 1,76; del III al IV fue de 1,66 y 1,60; y finalmente del IV al V fue de 1,44 y 1,36 respectivamente (Tabla 12). La tasa de crecimiento promedio de la capsula cefálica fue de 1,58 ($\pm 0,38$) y la de la longitud total fue de 1,59 ($\pm 0,23$). Se presenta una alta correlación $R^2 = 0,9893$, entre la longitud total y la amplitud de la capsula cefálica en estadios larvales sucesivos, comportamiento que se enmarca en lo observado por Dyar (1890), sobre el crecimiento de tipo geométrico exponencial de las cápsulas cefálicas.

Tabla 12: Longitud total corporal de *C. telamonius* y distancias entre genas de las cápsulas cefálicas en mm

	Longitud larva				Diámetro cápsula cefálica			
	Promedio	DE	CV%	Tasa C.	Promedio	DE	CV%	Tasa C.
Instar I	14,27	0,88	6,15	0	1,80	0,23	12,78	0
Instar II	26,03	2,96	11,37	1,82	2,16	0,11	5,04	1,20
Instar III	45,73	4,86	10,64	1,76	4,22	0,16	3,77	1,95
Instar IV	73,18	5,89	8,05	1,60	7,02	0,18	2,55	1,66
Instar V	99,47	6,63	6,67	1,36	10,14	0,35	3,47	1,44

(DE) Desviación estándar, (CV%) Coeficiente de variación (Tasa C.) Tasa de crecimiento

En el trabajo realizado por Souza *et al.*, (2006) se hace una descripción de los estadios inmaduros de *Caligo teucer*, donde se reportan cinco instar para el estado de larva, la descripción morfológica es muy semejante a la de *C. telamonius*, sin embargo, en *C. teucer*, las medidas en el instar V de la capsula cefálica varían entre 6,6 y 7,4 mm, así mismo las larvas pueden alcanzar una longitud de 125 mm comparado con *C. telamonius* presentan una amplia variación.

La descripción de los estadios de las larvas de *C. telamonius* se ajusta en general a la proporcionada para *C. illioneus* por Cárdenas y Raigosa (1972), no obstante, *C. illioneus* presenta una diferencia en las medidas de longitud y de capsula cefálica para todos los estadios de las larvas, resaltando que *C. telamonius* tiene medidas superiores a las registradas en dicho estudio. Por otro lado, en el trabajo realizado por Specht y Paluch (2009), que también hace referencia a la longitud de los diferentes instar de las larvas de *C. illioneus*, se evidencia un mayor tamaño frente a los datos obtenidos en este trabajo para *C. telamonius*. Esta diferencia podría explicarse, según Chapman (1998) y Hutchinson *et al.*, (1997), quienes coinciden en afirmar que existen varios factores que influyen el crecimiento de los estadios juveniles de los insectos, entre éstos, la cantidad de alimento consumido y la calidad nutricional del alimento. Cabe mencionar que no se encontró un estudio específico en relación con las medidas de longitud y capsula cefálica para *C. telamonius*.

9.1.2.11. Duración estadios en larva

Como se mencionó con anterioridad, la duración total de las larvas de *C. telamonius* fue de 60 días en promedio, el instar I duró aproximadamente 15 días, el II, III y IV 11 días y el V 13 días. Estos datos fueron comparados con los registrados para *C. memnon* y *C. illioneus* (Gráfica 4), debido a que no existen registros que permitan hacer un contraste con *C. telamonius* en otras condiciones de cría o en un ambiente natural.

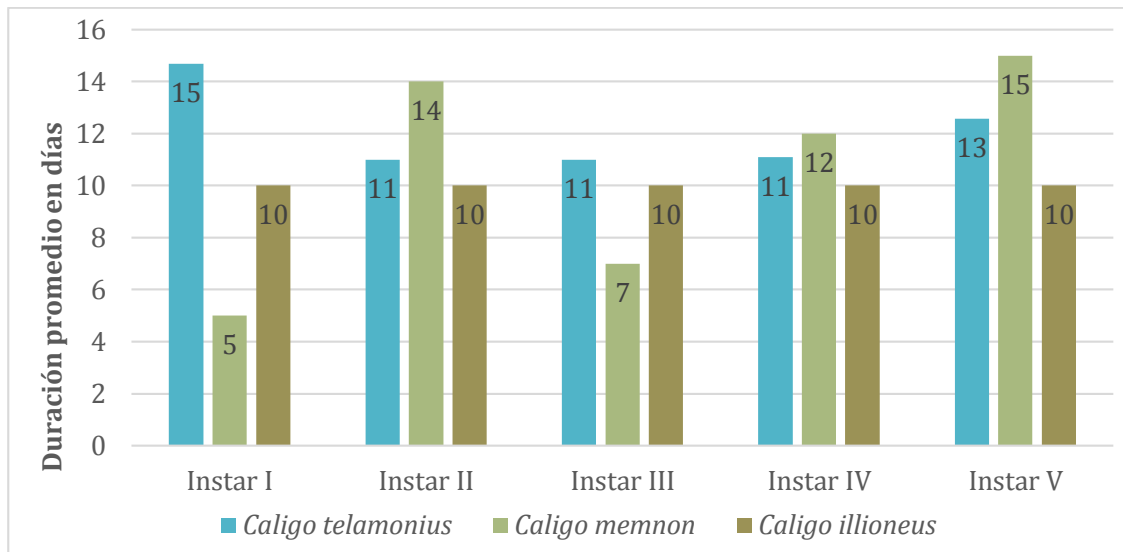


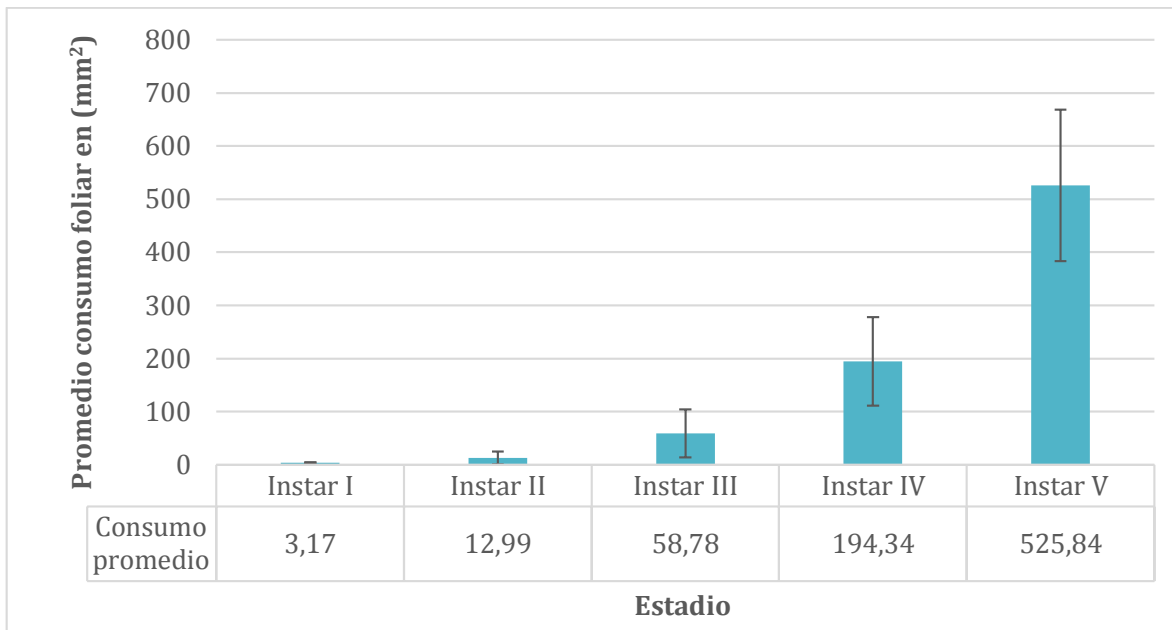
Gráfico 4: Duración promedio en días de estadios en larva de *C. telamonius*, *C. memnon* (Cantarero et al., 2009) y *C. illioneus* (Orozco, 2005).

Algunos factores que inciden en la duración del ciclo de vida de las mariposas están relacionados con la temperatura, debido a que las variaciones que se presentan en diferentes épocas del año, hacen que el ciclo de vida se torne más lento o rápido debido a la actividad que tienen las larvas en función de esta variable, y al estrés al que se ven sometidos los individuos por no estar en su ambiente natural (Cantarero et al., 2009).

9.1.2.12. Consumo foliar

La cantidad promedio de *M. sapientum* que se debe suministrar a un individuo de *C. telamonius*, para obtener un adulto, es 795,12 cm². Este valor corresponde a trozos de hoja de 3.17 cm² para el instar I, 12.99 cm² para el II, 58.78 cm² para el III, 194.34 cm² para el IV, y 525.84 cm² para el V (Gráfica 5).

La cantidad de alimento necesario para el desarrollo de las larvas es un elemento clave en el desarrollo de los individuos, algunas muertes asociadas con malformación de pupa y adulto, y problemas en el proceso de muda durante el cambio de estadio larval, suelen estar asociadas con una alimentación insuficiente (Hernández, 2014).



Gráfica 5: Promedio en mm² del consumo foliar de *C. telamonius* en cada instar larval.

Un factor limitante para el desarrollo del estudio fue la conservación de las hojas de *M. sapientum*, debido a que se deshidratan con bastante rapidez, por lo tanto, fue necesario su cambio de dos a tres veces por semana. Como medida para ayudar a la conservación de las hojas, se utilizó una toalla desechable humedecida en el fondo del recipiente que fue remplazada cada vez que las hojas fueron cambiadas, sin embargo, el agua en exceso puede llevar a la aparición de hongos.

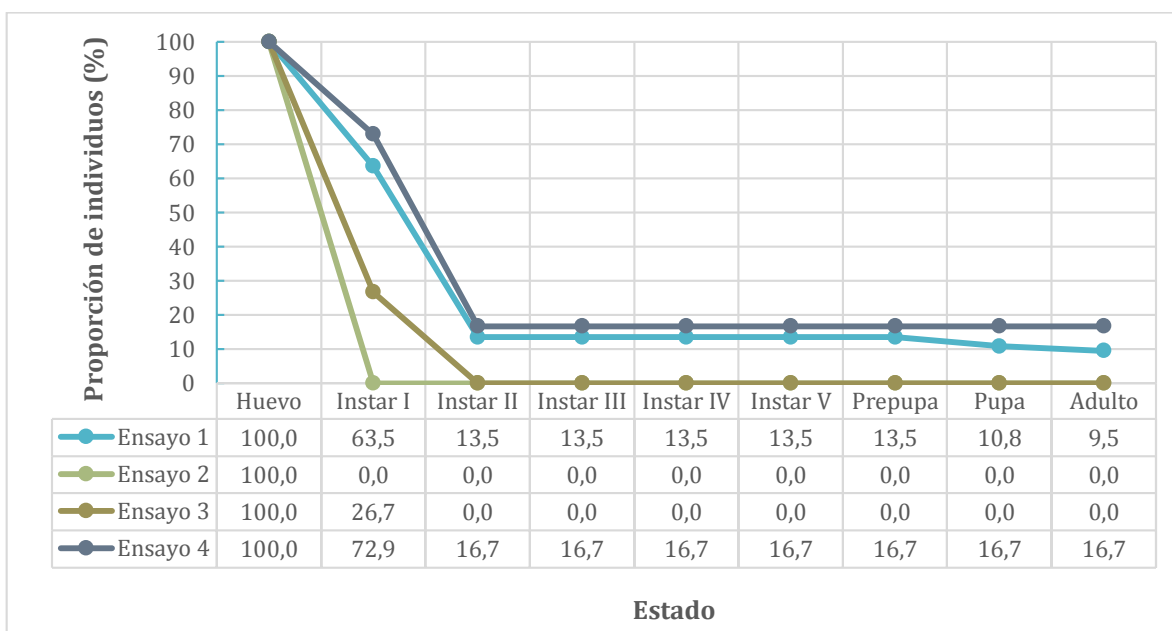
9.2. Desarrollo del modelo de cría de *C. telamonius*

Para desarrollar el modelo de crianza de *C. telamonius* fue necesario realizar varios ciclos de cría con diferentes valores de temperatura y HR, con el fin de determinar las condiciones óptimas para el diseño y construcción de un mariposario en el Colegio José Antonio Galán IED.

9.2.1. Evaluación del proceso de cría de *C. telamonius* bajo diferentes condiciones de temperatura y HR

Las condiciones óptimas de temperatura y HR fueron determinadas a partir de la proporción de la supervivencia de los individuos en cada uno de sus estados (Gráfica

6). Como resultado de los cuatro ensayos se evidencia que las condiciones generadas por el cuarto de cría 2 (T 30°C ±1°C- HR 50 – 60%) y el Fitotrón (T 25°C ±1°C - HR 40 – 50%), no favorecieron la eclosión de los huevos y promovieron una rápida deshidratación de las hojas de *M. sapientum*, limitando la supervivencia de las larvas en los instar más tempranos. En contraste con los ensayos anteriores, en el cuarto de cría 1 (T 20°C ±1°C- HR 60 – 70%) y en la Casa malla (T 22°C ±12°C - HR 60 – 80%), las condiciones fueron adecuadas, debido a que el 9.5% y el 16.7% de los individuos, respectivamente, llegaron a la fase adulta. Comparativamente los resultados obtenidos en términos de supervivencia entre los ensayos 1 y 4, presentan bastante similitud, aunque la proporción en la supervivencia de los individuos sea ligeramente mayor en este último.



Gráfica 6: Proporción de individuos sobrevivientes de *C. telamonius* por estado en diferentes ensayos de cría: Ensayo 1: Lab. - Cuarto de cría 1 (T 20°C ±1°C- HR 60 – 70%), Ensayo 2: Lab. - Fitotrón (T 25°C ±1°C - HR 40 – 50%), Ensayo 3: Lab. - Cuarto de cría 2 (T 30°C ±1°C- HR 50 – 60%), Ensayo 4: Invernadero - Casa malla (T 22°C ±12°C - HR 60 – 80%)

La temperatura en los tres primeros ensayos fue una variable más o menos constante, debido a que los cuartos de laboratorio y el Fitotrón permiten controlarla. Por otro lado, la temperatura en el cuarto ensayo (casa malla) presenta un rango amplio debido a que

es un factor poco controlable y depende de las condiciones atmosféricas en el exterior del invernadero y de las variaciones de temperatura en el ciclo día – noche. Esto último, permite afirmar que la temperatura por sí sola no es un factor determinante en la supervivencia de los individuos de *C. telamonius*, aunque incide en la actividad que tienen las larvas y al estrés al que se ven sometidos los individuos por no estar en su ambiente natural, lo cual afecta la duración de los ciclos de cría (Cantarero *et al.*, 2009).

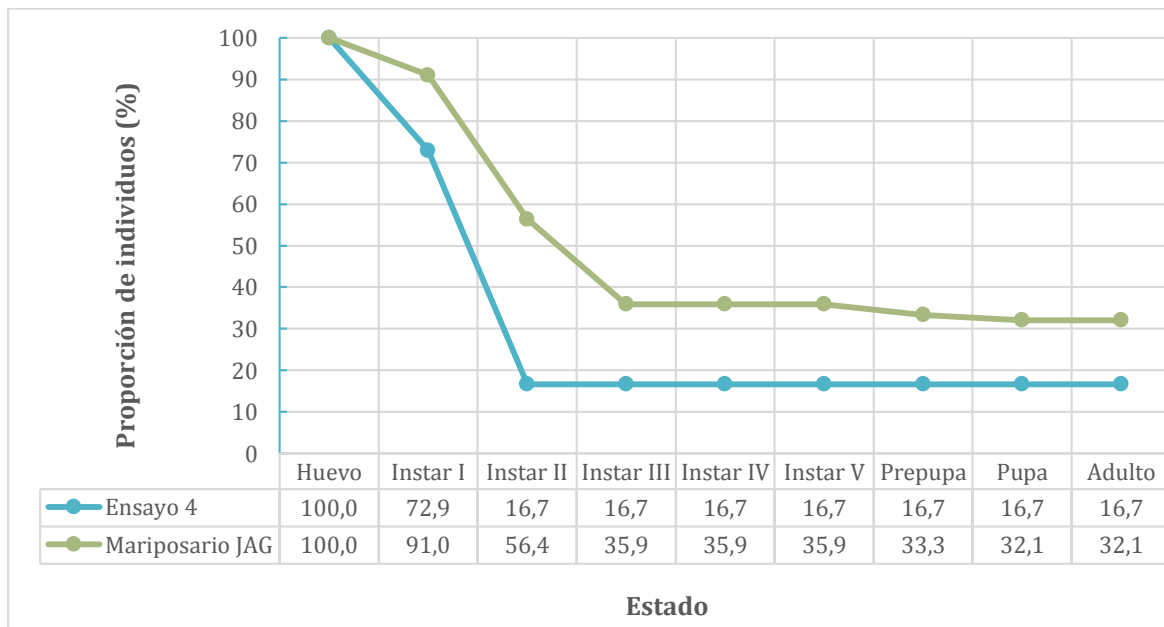
Las tasas más bajas de supervivencia coincidieron con los rangos de HR más bajos presentados en los ensayos 2 y 3, evidenciándose una relación directa entre las dos variables, sin embargo, Palanca (1987), explica que la HR parece ser un factor sobresaliente desde el principio de la vida del imago. La temperatura, en cambio, podría tener mayor importancia en el transcurso de las otras fases del desarrollo, a causa del comportamiento sedentario de huevos, orugas y crisálidas. Esta idea difiere de los resultados encontrados en el presente estudio, debido a que la temperatura mostró grandes variaciones entre los ensayos que tuvieron las mejores tasas de supervivencia ($\pm 12^{\circ}\text{C}$) y por el contrario, cuando la humedad tomó valores por debajo del 60%, se presentó la mayor cantidad de muertes en individuos en etapas entre huevo e instar II, convirtiéndose este último, en el factor determinante para la supervivencia de los individuos de *C. telamonius*. Otro aspecto que llamó la atención es que las larvas que crecieron de manera libre en la Casa malla, prefirieron las hojas de *Canna indica* a *M. sapientum* para su alimentación.

Según los resultados anteriores podría afirmarse, en términos de supervivencia, que el ciclo de cría que se acerca más a las condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo de *C. telamonius* fueron las presentadas en el ensayo 4, realizado en la Casa malla al interior de un invernadero. Por tal razón, estas condiciones se tuvieron en cuenta para la construcción del mariposario en el Colegio José Antonio Galán IED.

9.2.2. Implementación del modelo de crianza a partir de la construcción de un mariposario en el Colegio José Antonio Galán IED

Como se mencionó en la fase metodológica, para la construcción del mariposario se erigió una estructura tipo invernadero y se sembraron las mismas plantas hospederas y acompañantes que se utilizaron en la Casa malla del C-Bios, con el fin de generar condiciones ambientales similares a las de este lugar.

Para la validación del modelo de crianza de *C. telamonius*, se realizó un ciclo de cría que inició con 78 huevos, nuevamente adquiridos en el zoocriadero “Tesoros de Colombia”. Posteriormente se estableció una comparación entre los resultados obtenidos en la Casa malla y el primer ciclo de cría realizado en el mariposario, en este último, aunque todavía se presenta una alta tasa de mortalidad en los estadios iniciales, se evidencia una mayor tasa de supervivencia en cada uno de los estadios, de hecho, cerca del 32% de los individuos llegaron a la fase adulta frente al 16.7% de los adultos obtenidos en la Casa malla (Gráfica 7).



Gráfica 7: Comparación en la proporción de individuos sobrevivientes de *C. telamonius* por estado en: Ensayo 4: C-Bios UJTL Invernadero - Casa malla (T 22°C ±12°C - HR 60 - 80%) y Mariposario Colegio José Antonio Galán IED (JAG). (T 23.5°C ±14°C - HR 60 - 70%)

Como resultado de lo anterior, se pudo establecer que la implementación del modelo de crianza a partir de la construcción del mariposario en el colegio José Antonio Galán IED y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la primera fase de este proyecto, fue exitosa.

9.3. Propuesta de bioprospección con *C. telamonius* en un entorno educativo

La formulación del modelo de bioprospección en educación se realizó a través del diseño de una propuesta didáctica que presentó tres momentos: identificación, desarrollo y validación. Cada uno de estos, presentó dos categorías de análisis: conceptos y actitudes. En la primera, se abordaron conocimientos específicos de entomología general, características de los lepidópteros (morfología, ciclo de vida y cría en condiciones de cautiverio), biología de la conservación y método científico; la segunda, se evidenció a partir de acciones o palabras expresadas durante el desarrollo de las sesiones de trabajo con los estudiantes que conforman el semillero de investigación del colegio José Antonio Galán IED. A continuación, se presenta una matriz de análisis para cada categoría propuesta:

Tabla 13: Análisis de los resultados encontrados durante las tres fases del proyecto para la categoría conceptual: Aspectos básicos de entomología general y características de los lepidópteros

Categoría: Conceptual	Núcleo temático I
	Aspectos básicos de entomología general y características de los lepidópteros (morfología y ciclo de vida)
Identificación:	La prueba de entrada demostró que el 48.2% de los estudiantes tienen un conocimiento básico acerca de la clasificación taxonómica de las mariposas, desconocen las características morfológicas y los hábitos alimenticios de los lepidópteros. No tienen claro el papel de las mariposas en los ecosistemas.
Desarrollo:	En la mayoría de talleres se encontraron dibujos muy básicos, sin simetría, ni detalles de partes específicas, sin los colores característicos de <i>C. telamonius</i> . Pocos identificaron algunos aspectos morfológicos, describiendo las características de apéndices como patas, alas y antenas. No se evidencia un manejo del lenguaje técnico al referirse a las mariposas, se les dificulta mencionar

algunos términos propios de la entomología y no tienen claridad frente a la utilización de los nombres científicos.

Validación: Se evidencia que un 82.5% de los estudiantes comprendieron la clasificación taxonómica de los lepidópteros, lo que indica que los estudiantes manifiestan dominio de estos conocimientos. De igual manera, se evidencia que los estudiantes diferencian las partes del cuerpo de las mariposas, dominan los conocimientos acerca de los estadios que componen el ciclo de vida, y manifiestan reconocer los hábitos alimenticios.

Tabla 14: Análisis de los resultados encontrados durante las tres fases del proyecto para la categoría conceptual: características de los lepidópteros (cría en condiciones de cautiverio)

Categoría:	Núcleo temático II
Conceptual	Características de los lepidópteros (cría en condiciones de cautiverio)
<p>Identificación: 52.2% de los estudiantes relacionan los mariposarios con modelos para la cría de mariposas en condiciones de cautiverio.</p>	
<p>Desarrollo: Los estudiantes se refieren al mariposario como un espacio específico donde se mantienen las condiciones de temperatura, humedad y alimentación para la cría y exhibición de mariposas. Los estudiantes relacionan los conceptos de conservación y educación con los objetivos del mariposario, reconocen la importancia del mariposario en la escuela y como éste puede aportar experiencias académicas y fortalecer los aprendizajes en diversas áreas del conocimiento, específicamente en la biología. Referente al taller de condiciones y factores del mariposario se evidencia que los estudiantes comprenden que existen algunos factores que influyen en el desarrollo de las mariposas y que deben ser controlados para la supervivencia de los organismos.</p>	
<p>Validación: El 94.4% de los estudiantes relacionan los mariposarios con modelos para la cría de mariposas, reconocen las condiciones ambientales necesarias para la cría e identifican a los mariposarios como una estrategia de conservación <i>ex situ</i>.</p>	

Tabla 15: Análisis de los resultados encontrados durante las tres fases del proyecto para la categoría conceptual: Pensamiento científico

Categoría:	Núcleo temático III
Conceptual	Pensamiento científico
<p>Identificación: El 66.7% de los estudiantes comprende los pasos que constituyen al método científico y su relación con el desarrollo del pensamiento científico.</p>	

Desarrollo: Se fortalecieron los pasos del método científico y se logró la formulación de una pregunta de investigación relacionada con las observaciones realizadas en el mariposario y los conocimientos teóricos frente al ciclo de vida de *C. telamonius*.

Validación: El 86.7% de los estudiantes reconocen los pasos del método científico y su importancia en el desarrollo del pensamiento científico para la resolución de problemas, incluso en la vida cotidiana.

Tabla 16: Análisis de los resultados encontrados durante las tres fases del proyecto para la categoría conceptual: Biología de la conservación

Categoría:	Núcleo temático IV
Conceptual	Biología de la conservación
<p>Identificación: Únicamente un 3.3% de los estudiantes definen el concepto de conservación y lo relacionan con el mariposario.</p>	
<p>Desarrollo: El desarrollo de los talleres permitió evidenciar como los estudiantes identificaron al mariposario como una estrategia de conservación <i>ex situ</i>.</p>	
<p>Validación: Se evidenció que un 76.7% de los estudiantes definen el concepto de conservación. Lo cual muestra un gran avance frente al primer test realizado.</p>	

Tabla 17: Análisis de los resultados encontrados durante las tres fases del proyecto para la categoría actitudinal

Categoría: Actitudinal
<p>Identificación: Algunos estudiantes presentan dificultades para comprender algunas palabras propias de la terminología entomológica, por esta razón solicitaron aclaración y explicación durante el desarrollo de la prueba.</p>
<p>Desarrollo: Se pudo evidenciar que el trabajo práctico a través de la observación de especímenes, llamó más la atención y fue una herramienta clave para orientar el aprendizaje relacionado con: taxonomía y morfología de insectos, y otras temáticas propias de la Biología. Se evidenció que los estudiantes estaban entusiasmados y motivados con el mariposario y la parte práctica del proyecto, a su vez relacionaron la práctica con la teoría.</p>

Validación: Las respuestas dadas por los estudiantes en el test de validación y diálogos posteriores demostraron que las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto fueron significativas para ellos, estas actividades permitieron la adquisición de conocimientos nuevos, fortalecieron algunos temas desarrollados en las clases formales de Biología y aumentaron el interés por la ciencia.

Esta matriz permitió establecer el progreso que tuvieron los estudiantes durante el desarrollo del proyecto, en cada uno de los momentos que constituyen a la propuesta didáctica. De igual manera en la sección de anexos se presenta cada actividad con sus respectivos resultados y análisis, y evidencias fotográficas.

9.3.1. *Análisis del momento de identificación*

Los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica por parte de los estudiantes, permitieron evidenciar el desconocimiento de algunos conceptos propios de cada núcleo temático (Gráfica 8). Según Mesa y López (2006), en aquellos casos en que el estudiante no domine los conocimientos y las habilidades necesarias, estos podrán desarrollarse, a partir de actividades especialmente diseñadas para este fin. Lo importante es que el profesor parta de la definición de este nivel de entrada, (diagnóstico del grupo) para organizar las vías de corrección de las falencias en la formación anterior del estudiante y organizar el proceso comunicativo a partir de sus intereses y posibilidades intelectuales reales.

Al analizar la prueba diagnóstica se debe tener en cuenta que el origen de estas concepciones previas o modelos mentales, son un compendio producto de la interacción con los diferentes elementos del entorno en cuya exploración, el niño pone en juego una metodología que difiere sensiblemente de la del científico (Torres *et al.*, 2008). Basados en esto, las actividades propuestas a lo largo del proyecto, pretenden desarrollar el pensamiento científico y fomentar un cambio conceptual en los estudiantes, que según Vargas (2005), muchas veces genera conflictos cognitivos en el estudiante y no siempre se obtiene un resultado exitoso y duradero. El cambio debe ser gradual, según este autor, se pueden unir el método de construcción de la ciencia y el modelo pedagógico para ayudar al estudiante a descubrir los obstáculos

epistemológicos, relacionar su proceso en la construcción de conceptos científicos y construir una racionalidad crítica para valorar las implicaciones éticas y sociales de la investigación científica.

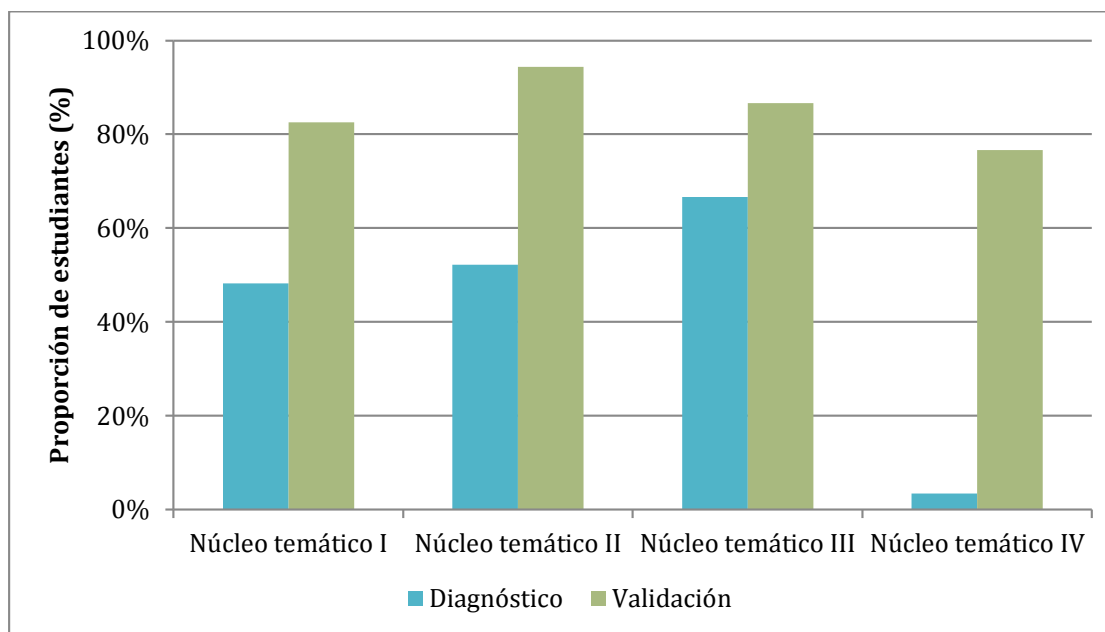


Gráfico 8: Comparación del desempeño de los estudiantes del semillero de investigación del colegio JAG en cada núcleo temático en la prueba diagnóstica y en la validación. Núcleo temático I (Aspectos básicos de entomología general y características de los lepidópteros), Núcleo temático II (cría de lepidópteros en condiciones de cautiverio), Núcleo temático III (Pensamiento científico) Núcleo temático IV (Biología de la conservación)

9.3.2. Análisis del momento de desarrollo

El proceso de enseñanza – aprendizaje no mejora por sí solo, sino en la medida que hayan sido seleccionados adecuadamente los métodos y contenidos, con base en esto, se diseñaron varios talleres encaminados a potenciar el pensamiento científico, tanto en lo teórico como en lo actitudinal, con actividades que constituyeron alternativas formativas, flexibles, que complementan y enriquecen las experiencias educativas, mostrando en ellas la curiosidad, creatividad, entusiasmo y talento de los estudiantes; procesos que son evidenciados en la matriz de análisis de resultados (Tabla 17).

Así mismo, en el desarrollo de los talleres se fortalecieron las operaciones mentales, que estuvieron encaminadas a la definición, diferenciación y comparación de

conceptos, además, del establecimiento de relaciones lógicas entre estos. Según Torres *et al.*, (2008), estas habilidades se deben potenciar en el desarrollo del pensamiento científico en la escuela. Por otro lado, la realización de los talleres teórico – prácticos promovió el desarrollo de la competencia investigativa en los estudiantes, fortaleciendo con las actividades un conocimiento descriptivo, explicativo y predictivo que les permitió afianzar habilidades para observar, preguntar, registrar, experimentar e interpretar información. Aspectos que permiten ordenar y sistematizar las acciones de los investigadores llegando así a la visibilidad y a la gestión del conocimiento (Maldonado *et al.*, 2007).

En la fase de desarrollo de la propuesta se hizo énfasis en que los estudiantes formularan una pregunta de investigación para ser resuelta en etapas posteriores del proyecto, basados en la interacción con el mariposario, sus conocimientos teóricos y sus experiencias prácticas en los talleres, este aspecto se considera primordial en el desarrollo del pensamiento científico.

9.3.3. *Análisis del momento de validación*

A partir de lo observado durante las sesiones, se evidencia el fortalecimiento de aspectos teóricos y actitudes encaminadas hacia el desarrollo del pensamiento científico. En el test de validación se evidenció la apropiación de conceptos en la mayoría de los participantes (Gráfica 8), al igual que en las actitudes evidenciadas en la matriz de análisis de los resultados (Tabla 17). Sin embargo, Driver (1988) afirma que los cambios en el pensamiento no tienen lugar en cortos periodos de tiempo, realmente, la reestructuración necesaria de ideas puede requerir un periodo de años y no de una o dos lecciones, y esto puede hacer necesario adoptar una concepción diferente en cualquier planificación del currículo a largo plazo.

Con esta propuesta se pretendió encaminar a los estudiantes a desarrollar el pensamiento científico, al igual que resaltar el papel mediador del profesor. Por otro lado, permitió a los estudiantes comparar sus ideas al principio y al final de una

secuencia de aprendizaje, donde evidenciaron en qué medida han sido capaces de construir y usar sus conocimientos, también identificar algunas de las dificultades conceptuales encontradas, y advertir los caminos comunes que ellos siguen para su comprensión (Driver 1988).

Esta experiencia obtenida del aprendizaje en el aula puede utilizarse para hacer posteriores modificaciones en la práctica. También se puede implementar en la preparación de materiales para dar a otros profesores de ciencias, algunas ideas sobre qué hacer con las concepciones previas que los estudiantes puedan tener sobre un cierto tópico, los caminos que pueden seguir en su pensamiento y los obstáculos conceptuales que pueden encontrar.

10. CONCLUSIONES

La determinación de los parámetros biológicos del ciclo de vida de *C. telamonius* en condiciones de cautiverio en la Sabana de Bogotá, permitió establecer que la duración promedio del ciclo de esta especie es de 112 días. El estado de huevo y los dos primeros instar de las larvas, presentan una alta tasa de mortalidad, aunque dentro de los valores normales para la cría de lepidópteros. Los estadios posteriores al instar III se adaptan mejor a las condiciones ambientales y su manejo se hace más fácil, por lo cual presentan una mayor supervivencia. Para garantizar que una larva pueda llegar hasta la etapa adulta, se hace necesario alimentarla con hojas frescas de *M. sapientum*. La cantidad total en promedio necesaria para obtener un individuo adulto es de 795,12 cm².

La realización de varios ciclos de cría permitió plantear un modelo de crianza de *C. telamonius* en condiciones semicontroladas de invernadero en la Sabana de Bogotá, teniendo como características, una temperatura que puede presentar variaciones entre 10° y 34°C, dependiendo de las condiciones climáticas a lo largo del día, y una Humedad Relativa que también puede variar entre 60 y 80%, siendo este último, el factor más determinante en la supervivencia de los individuos de la especie, debido a que valores

por debajo del 60% incrementan la mortalidad. La implementación del modelo de crianza a través del diseño y construcción de un mariposario en el Colegio José Antonio Galán IED, fue exitosa, en términos de la cantidad de individuos que logran completar su desarrollo hasta la fase adulta, en comparación con otros ciclos de cría.

La formulación de la propuesta de bioprospección en educación con *C. telamonius* a través de la implementación de una estrategia didáctica, que incluyó la elaboración de talleres diseñados a partir de la indagación de los preconceptos en una prueba diagnóstica, permitió evidenciar el avance de los participantes en la apropiación de conceptos, y el desarrollo de actitudes y habilidades que demostraron el fortalecimiento del pensamiento científico. Este nivel de desarrollo también fue evidenciado a través de la participación activa de los estudiantes, la interacción con el mariposario, el interés por acercarse al conocimiento de las Ciencias Naturales y los resultados obtenidos en la prueba de validación realizada al término del proceso.

11. RECOMENDACIONES

Conocer acerca de la biodiversidad se hace una necesidad primordial para la humanidad, de esta manera se contribuye a uno de los propósitos de las Ciencias Naturales, debido a que sólo se conserva aquello que se conoce. Teniendo como punto de partida esta idea, la presente investigación se plantea como una contribución en el conocimiento de *C. telamonius*, debido a que los estudios sobre esta especie son antiguos y escasos, y se limitan únicamente a descripciones morfológicas. Con base en lo anterior, es recomendable avanzar en el estudio de dicha especie, en aspectos tales como la distribución, ciclo de vida, ecología y comportamiento.

Durante el desarrollo de los ciclos de cría de *C. telamonius* se evidenció el gusto de las larvas por las hojas de *Canna indica*, sin embargo, este aspecto no fue desarrollado en la presente investigación, por lo cual, se recomienda ampliar el estudio del ciclo de vida a través de la comparación de diferentes condiciones de cría que incluyan la variable

alimentación como factor determinante en el desarrollo de los individuos de la especie; tanto en condiciones naturales de cría como en condiciones de cautiverio.

Por último, en el ámbito pedagógico se recomienda diseñar e implementar propuestas de bioprospección en educación, para el desarrollo del pensamiento científico en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, debido a que se deben buscar otras fuentes de conocimiento que le permitan al estudiante salir del aula, acercarse de manera más amable al conocimiento, fortalecer sus habilidades y comprometerse con un desarrollo sostenible.

12. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

Alatorre, G. (1995). Bioprospección, ¿una herramienta para el manejo sostenible de los recursos naturales: Diálogos, propuestas, historias para una Ciudadanía Mundial. México.

Alfaro, A. (2006). Diseño y presupuesto estimado del mariposario propuesto en la finca la Soledad, poder judicial, San Joaquin de Flores, Heredia.

Burmeister, H. C. C. (1873). Description de *Morphonides Brèsiliens*. Rev. & Mag. Zool., Paris, 3(1), 17-47.

Camargo, A. U., y Hederich, C. M. (2011). El género científico. la relación discurso-pensamiento y la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Forma y Función*, 24(2), 127-144. Retrieved from: <http://ezproxy.utadeo.edu.co:2048/login?url=http://search.proquest.com/docview/1677569518?accountid=32602>

Cantarero, K. J., Canales, O. M., Mendoza, A. A., y Martínez, L. B. (2009). Ciclo de vida de las especies *Caligo memno* (Lepidóptera: Brassolinae) y *Heliconius ismenius*

- (Lepidoptera: Heliconinae) bajo condiciones controladas. *Revista Ciencia y Tecnología*, (5), 87-106.
- Cárdenas, M. L. (2006). Orientaciones metodológicas para la investigación-acción en el aula. *Lenguaje* N°34, 187-216.
- Cárdenas, R., Raigosa, J. (1972). El gusano “cabrito” en caña de azúcar. Instituto Colombiano Agropecuario. Publicación miscelánea N° 30. Centro de Comunicaciones Tulio Ospina. Regional Antioquia-Chocó.
- Carrizosa, S. (2002). Análisis comparativo de modelos internacionales de bioprospección: implicaciones para la conservación de la biodiversidad y la distribución equitativa de beneficios. En: Melgarejo LM, Sánchez J, Chaparro A, Newmark F, Santos M, Burbano C, Reyes C., editores. *Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Invemar.
- Casagrande, M. (2004) Brassolini. *Atlas of Neotropical Lepidoptera* (ed. by J.B. Heppner), Part 4A. Checklist (ed. by G. Lamas), pp. 201–205. Association of Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers, Gainesville, FL.
- Ceceña, A. E., y Giménez, J. (2003). Hegemonía y bioprospección. El caso del International Cooperative Biodiversity Group. *Theomai*, (99).
- Celedonio-Hurtado, J. V., Pérez, J. N., y Liedo, P. (2006). Caracterización de la adaptación de *Anastrepha serpentina* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) a condiciones de cría masiva. *Folia Entomol. Mex*, 45(2), 97-112.
- Cerda, H. (1991). Los elementos de la investigación: como reconocerlos, diseñarlos y construirlos. *El Búho*.

Chapman, R. F. (1998). *The insects: structure and function*. Cambridge university press.

Cleare, L. D. (1926). On the life-history of *Caligo telamonius telamonius*, Cram. (LEP., MORPHIDAE). *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 74(2), 361-366.

Convenio sobre la Diversidad Biológica, (2010). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3*. Montreal.

Daly, H. V. (1985). Insect morphometrics. *Annual review of entomology*, 30(1), 415-438.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Ministerio de Protección Social. Ministerio de Relaciones Exteriores. Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación – Colciencias. Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad. Documento CONPES 3697 de 2011. Recuperado de: <https://www.cbd.int/doc/measures/abs/post-protocol/msr-abs-co-es.pdf>

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.

Duarte, O. (2011). La bioprospección en Colombia. *Revista expedition*. Número 7. Bogotá.

Dyar, Harrison G., "The Number of Molts of Lepidopterous Larvae," *Psyche*, vol. 5, no. 175-176, pp. 420-422, 1890. doi:10.1155/1890/23871.

FAO. (2002). La conservación a través del desarrollo: la cría de mariposas. *Unasylvia*, 209. Diversidad biológica forestal. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales.

Felder, C., y Felder, R. (1862) *Lepidoptera nova Columbiae* Wien. ent. Monats. 6 (12): 409-427 Disponible en: <http://archive.org/stream/wienerentomologi06wien#page/409/mode/1up>

Feuerstein, R. (1980). *Instrumental Enrichment: An intervention program for cognitive modificability*. Baltimore: University Park Press.

Gómez, R. (2008). Biodiversidad, educación y una nueva ética ambiental. *Revista Posgrado y Sociedad*. Volumen 8, Número 1. Costa Rica.

García, C, Constantino, L, Heredia, M, Kattan, G. (2002). *Guía de campo: Mariposas Comunes de la Cordillera Central*. Pág. 40.

Gaston, K. J. (1996). *Species richness: measure and measurement*. *Biodiversity: a biology of numbers and difference*.

Geymonat, L. (1994). *El pensamiento científico / Ludoüco Creymonat; trad. por José Babini*, 14a. ed. de la 3ra. edición en italiano de 1958, Buenos Aires: EUDEBA 1994. 68 p. (Cuadernos) ISBN 960-23-0563-X 37 "rooERNos DE EUDEBA

Gil Pérez, D. (1986). *La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas*. En *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 4, pp. 111-121).

- Gómez, R. (2006). Plan de manejo propuesto para la cría de mariposas promisorias como alternativa productiva para comunidades indígenas de la Amazonia colombiana. *Bol Soc Entomol Aragonesa*, 38, 451-460.
- Godman, F., y Salvin, O. (1901). *Biologia Centrali-americana. Insecta. Lepidoptera-Rhopalocera. (Vol. 2).* [London : published for the editors by R.H. Porter]
- Hernández, A. L. G. Cría de la mariposa monarca, *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1785), bajo condiciones de laboratorio y su uso como modelo experimental en educación. 2014.
- Hutchinson, J. M., Mcnamara, J., Houston, A., y Vollrath, F. (1997). Dyar's rule and the investment principle: the consequences of a size-dependent feeding rate when growth is discontinuous. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B*, 352, 113-138.
- Hutton, A. F. Butterfly farming in Papua New Guinea. *Oryx*, 19(3).
- Ley 115. (1994). Congreso de la republica colombiana. Recuperado el 06 de enero de 2016, de Por la cual se expide la ley general de educación: http://www.oei.es/quipu/colombia/Ley_115_1994.pdf
- Ley 165. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Artículo 1. 1994.
- Maldonado, L. F., Landazábal, D. P., Hernández, J. C., Ruíz, Y., Claro, A., Vanegas, H., y Cruz, S. (2007). Visibilidad y formación en investigación. Estrategias para el desarrollo de competencias investigativas.
- Mateo, N., Nader, W., y Tamayo, G. (2001). Bioprospecting. *Encyclopedia of biodiversity*, 1, 471-87.

- Melgarejo, L. Sánchez, J. Chaparro, A. Newmark, F. Santos, M. Burbano, C. (2002). Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia. Cargraphics (Serie documentos generales INVEMAR N° 10), Bogotá.
- Melgarejo, L. (2003). Bioprospección: Plan nacional y aproximación al estado actual en Colombia. Acta Biológica Colombiana, Vol. 8. No. 2.
- Meneses, G. (2007). El proceso de enseñanza-aprendizaje: el acto didáctico. Universitat Rovira i Virgili (revista en internet)[Citada 2010 enero 26] Disponible en: www.tdr.cesca.es/TESIS_URV/.../TDX...//Elprocesodeenseñanza.pdf.
- Mesa, M. C., y López, G. B. (2006). El proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva comunicativa. Revista Iberoamericana de Educación, 38(7), 6.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). serie lineamientos curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Santa Fe de Bogotá: MEN
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Estándares básicos en competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Impreso y hecho en Colombia: Cargraphics S.A.
- Ministerio del Medio Ambiente. Departamento nacional de planeación. Instituto "Alexander Von Humboldt". (1995). Política nacional de biodiversidad. Bogotá.
- Montes de Oca Recio, Nancy y Machado Ramírez, Evelio F. El desarrollo de habilidades investigativas en la educación superior: un acercamiento para su desarrollo. Rev Hum Med [online]. 2009, vol.9, n.1 [citado 2016-01-06], pp. 0-0. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202009000100003&lng=es&nrm=iso. ISSN 1727-8120.

- Municio, Pozo, J. I., y Crespo, M. Á. G. (1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Ediciones Morata.
- Nicoletti, J. A. (2006). Fundamento y construcción del acto educativo. Revista en línea] Disponible: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/artículo>.
- Olivarez, F, Barea, J, Pérez, F, Tinaut, A, Henares, I., (2011). Las mariposas diurnas de Sierra Nevada. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- ONU. (1992). Convenio sobre diversidad Biológica.
- Ordoñez, O. (2014). Replicar para comprender: Prácticas investigativas para promover el razonamiento científico en estudiantes de psicología1/Replicate to understand: Research practices for developing scientific reasoning in psychology students. *Pensamiento Psicologico*, 12(2), 7-24. Retrieved from <http://ezproxy.utadeo.edu.co:2048/login?url=http://search.proquest.com/docview/1650543713?accountid=32602>
- Orozco, Z. M. (2005). Zoocría de mariposas diurnas Rhopalocera en bosques húmedos tropicales del oriente antioqueño". Corporación Autónoma Regional Rio negro. Nare, CORNARE. Medellín Bogotá.
- Palanca-Soler, A. (1987). Aspectos faunísticos y ecológicos de lepidópteros altoaragoneses (No. 2). Editorial CSIC-CSIC Press.
- Penz, C. M. (2007). Evaluating the monophyly and phylogenetic relationships of Brassolini genera (Lepidoptera, Nymphalidae). *Systematic Entomology*, 32(4), 668-689.

- Pérez-Asso, A. R., Genaro, J. A., y Garrido, O. H. (2009). *Las Mariposas de Puerto Rico*. Editorial Cocuyo.
- Rodríguez Harrison, M. (2012). *Guía para desarrollar un mariposario escolar y algunas lecciones ambientales alineadas a la carta de la tierra*. Tesis de grado. Universidad Metropolitana Escuela Graduada de Asuntos Ambientales. San Juan, Puerto Rico.
- Rojas, N. P., Burtin, D., y Leech, M. (2004). *Biología molecular, una herramienta para la bioprospección del metabolismo secundario de plantas en Colombia Ejemplo práctico en plantas colombianas de interés medicinal*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 6(2), 67.
- Roque Herrera, Y., Blanco Balbeito, N., Criollo Criollo, A. D. R., Ugarte Martínez, Y., y Reyes Orama, Y. (2012). *Experiencias de una estrategia pedagógica para desarrollar habilidades investigativas en estudiantes de Medicina*. *Edumecentro*, 4(1), 65-73.
- Rosales Reyes, S. Á., y Valverde Grandal, O. (2008). *La formación para la investigación en el perfil de carreras de Estomatología de universidades latinoamericanas*. *Revista Cubana de Estomatología*, 45(3-4), 0-0.
- Salazar, J. A., Vargas, J. I., Mora, A. M., y Benavides, J. (2010). *Identificación preliminar de los Rhopalocera que habitan el Centro Experimental Amazónico (CEA), Mocoa-Putumayo, y algunas especies aptas para criar en cautiverio (Ins. Lep.)*. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 14(1), 150-188.
- Sanchez, R. (2004). *Protocolo de cría para dos especies de mariposa, *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa* bajo condiciones controladas en el municipio de la Mesa, Cundinamarca*. Tesis de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

- Sánchez, R. (1987). El caso de la enseñanza de la investigación histórico-social en el CCH. Cuadernos del CESU, UNAM, México.
- Serra Toledo, Rolando, Pérez, Ibette Alfonso, Herrera Rodríguez, Rubén, Magalhães, Daniel Souza Ferreira, Muramatsu, Mikiya, Soga, Diogo, y Zottola Pareja, Diego. (2013). Contribución de la física al desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes de ingeniería. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(4), 1-8. Retrieved December 19, 2015, from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172013000400013&lng=en&lng=es.
- Simpson, R. D. (1997). Biodiversity prospecting. Shopping the Wilds Is Not the Key to Conservation. *Resources*, (126).
- Souza, N. A., de SL Veiga, A. F., Casagrande, M. M., y Gondim Jr, M. G. (2006). Morfologia externa dos imaturos de *Caligo teucer* (Linnaeus) (Lepidoptera, Nymphalidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(4).
- Specht, M. J., y Paluch, M. (2009). Immature stages of *Caligo illioneus illioneus* (Cramer) (Nymphalidae: Morphinae: Brassolini). *Neotropical entomology*, 38(6), 801-808.
- Srygley, R. B., y Penz, C. M. (1999). Lekking in neotropical owl butterflies, *Caligo telamonius* and *C. oileus* (Lepidoptera: Brassolinae). *Journal of insect behavior*, 12(1), 81-103.
- Torres, A. P. G., Montaña, J. E. C., y Herrera, J. M. R. (2008). El pensamiento científico en los niños y las niñas: algunas consideraciones e implicaciones. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia MEMORIAS CIIEC, 22-29.

- Torres, O. D., y Velho, L. (2009). Capacidades científicas y tecnológicas de Colombia para adelantar prácticas de bioprospección. *Revista CTS*, 4(12).
- Torres, R. García, M. (1998). Los estudios faunísticos y de Bioprospección en la educación de los colombianos. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Torres, R. García, M. (2011). Taller mariposas para educar - butterflies to educate workshop. Bogotá.
- Uribeondo, J. D. (2007). Biodiversidad, El Mosaico de la Vida. Fundación española para la Ciencia y la Tecnología.
- Vargas, M. V. (2005). Educación y formación del pensamiento científico. *Journal of Science Education*, 6(1), 55. Retrieved from <http://ezproxy.utadeo.edu.co:2048/login?url=http://search.proquest.com/docview/196939788?accountid=32602>
- Velasco, M., y Mosquera, F. (2009). Estrategias didácticas para el aprendizaje colaborativo.
- Vélez, J., Salazar, J., Uribe, J., y Angel, L. M. (1991). *Mariposas de Colombia*. Villegas Editores.
- Vergara, A. B. (1980). Gusanos defoliadores del plátano (Lepidóptera) en el Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 6(1).
- Young, A. M., y Muyschondt, A. (1985). Notes on *Caligo memnon* Felder and *Caligo atreus* Kollar (Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolinae) in Costa Rica and El Salvador. Notas sobre *Caligo memnon* Felder y *Caligo atreus* Kollar (Lepidoptera:

Nymphalidae: Brassolinae) en Costa Rica y El Salvador. *Journal of Research on the Lepidoptera.*, 24(2), 154-175.

Zalucki, M.P.; Anthiny, C.; Malcolm, S. (2002). Ecology and behavioral of first instar larval lepidoptera. *Annual review entomology.* 47: 361-93.

Zhi-Qiang, Z. (2013). Phylum Arthropoda. *Zootaxa.* 3703(1): 017-026.

13. ANEXOS

13.1. Formato test de conocimientos previos y prueba de validación



INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL JOSÉ ANTONIO GALÁN
ÁREA CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN ENTOMOLOGÍA



PRUEBA DIAGNÓSTICA

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Objetivo: Identificar los conocimientos previos por parte de los integrantes del semillero de investigación, frente a las mariposas como grupo de insectos.

Lee con atención las siguientes preguntas y elije la respuesta marcándola con una (x).

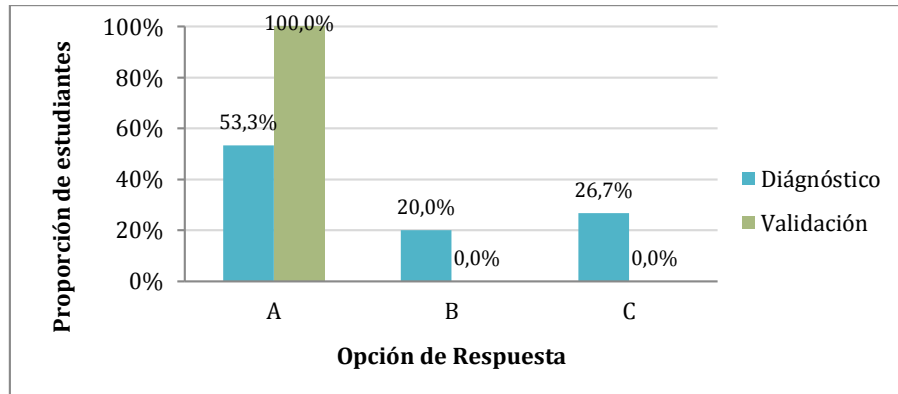
- ¿A qué grupo de animales pertenecen los insectos?
 - Artrópodos.
 - Quelicerados.
 - Miriápodos.
 - Antenas, alas posteriores, alas anteriores, cabeza, ojos, piezas bucales, tórax, abdomen, patas.
- ¿A qué grupo de insectos pertenecen las mariposas?
 - Himenópteros.
 - Lepidópteros.
 - Arácnidos.
- ¿Qué característica define al grupo al que pertenecen las mariposas?
 - Aparato bucal masticador.
 - Alas cubiertas por escamas.
 - Antenas pectinadas.
- ¿Qué estructuras presentan las mariposas adultas?
 - Antenas, abdomen, cabeza, ojos, cefalotórax, patas, piezas bucales y alas.
 - Antenas, alas anteriores, alas posteriores, cabeza, tronco, ojos, antenas, patas.
- ¿De qué se alimentan las mariposas adultas?
 - Hojas y frutos en descomposición.
 - Néctar y otros alimentos líquidos.
 - Hojas y néctar.
- ¿De qué se alimentan las orugas de las mariposas?
 - Néctar y otros alimentos líquidos.
 - Hojas de la planta hospedera.
 - Otros insectos.
- ¿En qué hábitats no podemos encontrar mariposas?
 - Selvas húmedas y sabanas.
 - Nevados, desiertos y océanos.
 - Zonas tropicales y templadas.
- ¿Qué nombre recibe el proceso por el cual las mariposas sufren grandes cambios metabólicos y morfológicos?
 - Muda.
 - Metamorfosis.

- c. Pubertad.
9. ¿Cuál es el primer estado en el ciclo de vida de una mariposa?
 - a. Larva.
 - b. Pupa.
 - c. Huevo.
 10. ¿Qué etapas constituyen el ciclo de vida de las mariposas?
 - a. Huevo – crisálida/pupa - adulto
 - b. Huevo – larva/oruga – crisálida/pupa - adulto
 - c. Huevo, larva/oruga – adulto
 11. ¿Qué tipo de aparato bucal presentan las mariposas?
 - a. Chupador
 - b. Picador
 - c. Masticador
 12. La mayoría de las mariposas adultas se alimentan por medio de una estructura bucal extensible llamada:
 - a. Labio.
 - b. Mandíbula.
 - c. Probóscide.
 13. ¿Cuál es la importancia de las mariposas en los ecosistemas?
 - a. La mayoría son una plaga para los cultivos.
 - b. Son fuente de alimento para otras especies y son importantes para el proceso de polinización de las plantas.
 - c. Son muy bonitas estéticamente y armonizan los ambientes naturales.
 14. ¿Qué condiciones ambientales debo tener en cuenta para criar mariposas en cautiverio?
 - a. Temperatura, radiación, alimento e intensidad lumínica.
 - b. Temperatura, alimento y humedad relativa.
 - c. Precipitación, temperatura alimento y humedad relativa.
 15. ¿Qué es un mariposario?
 - a. Una construcción humana para la cría y exhibición de mariposas.
 - b. Un lugar natural donde viven muchas mariposas.
 - c. Un sitio donde llegan las mariposas migratorias.
 16. ¿Cuál es el objetivo de un mariposario?
 - a. Conservar y conocer la importancia ecológica de las mariposas.
 - b. Exhibir la biodiversidad de un país.
 - c. Conocer la taxonomía de los insectos.
 17. ¿Qué fases hacen parte del conocimiento científico?
 - a. Toma de datos, experimentar, analizar, preguntar y observar.
 - b. Resultados, preguntar, observar, formular hipótesis y experimentar.
 - c. Observar, preguntar, formular hipótesis, experimentar y resultados.
 18. ¿En qué consiste la conservación de la biodiversidad?
 - a. Movimiento ambientalista que busca la protección de la naturaleza.
 - b. Conjunto de estrategias que buscan proteger y preservar la biodiversidad en los diferentes niveles de organización.
 - c. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, permitiendo su utilización para las generaciones futuras.

13.2. *Análisis comparativo de los resultados en el test de conocimientos previos y la prueba de validación*

Pregunta 1: ¿A qué grupo de animales pertenecen los insectos?

- a. Artrópodos.
- b. Quelicerados.
- c. Miriápodos.

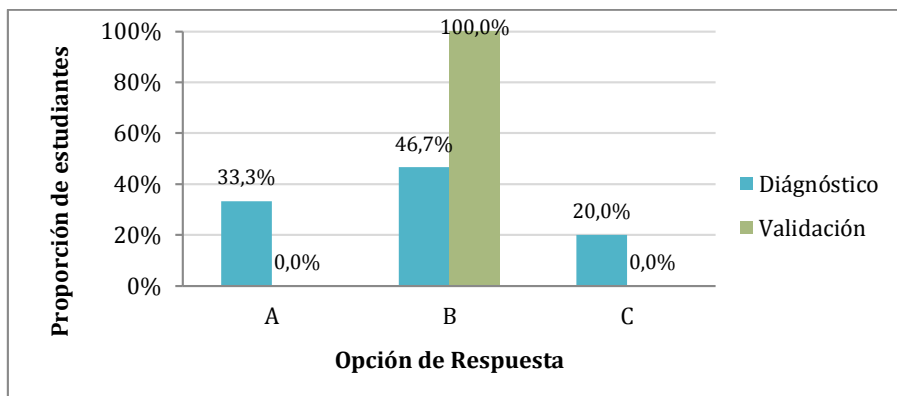


Gráfica 9: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación en la pregunta 1.

Se puede evidenciar que un 53.3% de los estudiantes considera que los insectos hacen parte del grupo de los artrópodos, otro 26.7% piensa que son miriápodos y un 20% que son quelicerados. En el test de validación se observa que un 100% de los estudiantes selecciona la respuesta correcta, aunque desde el diagnóstico inicial, muchos tenían claro el grupo al cual pertenecían los insectos. Después de realizar los talleres y el afianzamiento de conceptos, la totalidad de estudiantes identifica a los insectos en el grupo de los artrópodos.

Pregunta 2: ¿A qué grupo de insectos pertenecen las mariposas?

- a. Himenópteros.
- b. Lepidópteros.
- c. Arácnidos.

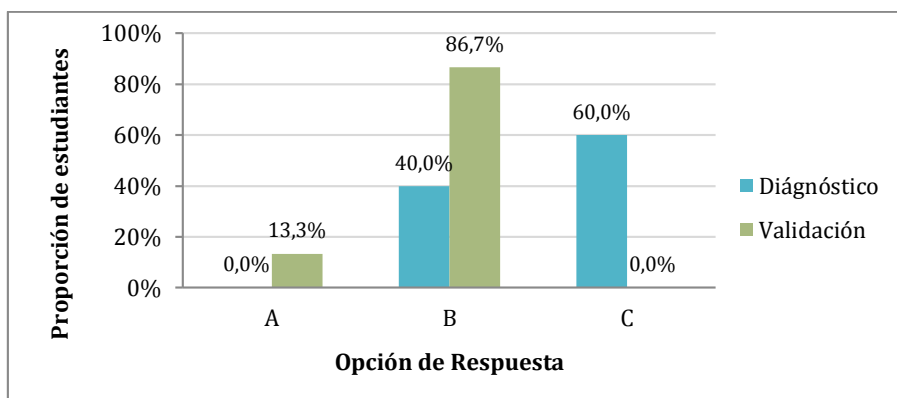


Gráfica 10: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 2.

El 46.7% de los estudiantes en la prueba diagnóstica considera que las mariposas hacen parte de los lepidópteros, un 33.3% de los himenópteros y un 20% a los arácnidos, en la prueba de validación un 100% tiene claro que las mariposas son Lepidópteros. A su vez los estudiantes reconocen características principales de este orden e identifican otros organismos que hacen parte de él.

Pregunta 3: ¿Qué características define al grupo al que pertenecen las mariposas?

- Aparato bucal masticador.
- Alas cubiertas por escamas.
- Antenas pectinadas.

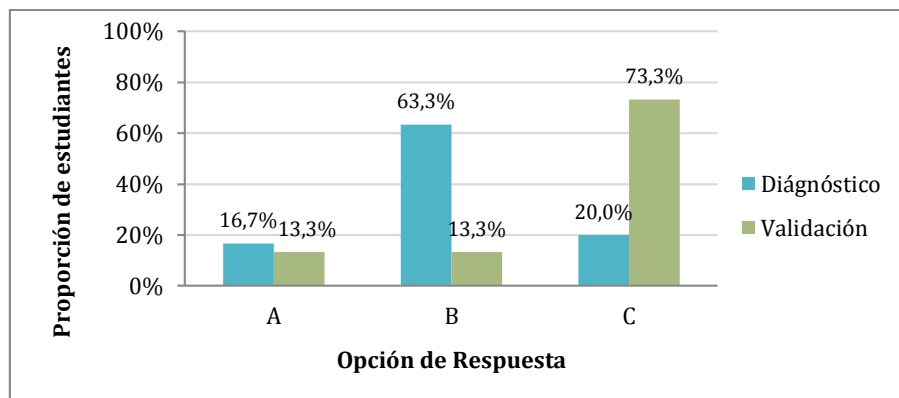


Gráfica 11: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 3.

En la prueba diagnóstica se presenta un 60% de estudiantes que afirman que las antenas pectinadas caracterizan a las mariposas, aspecto que es contradictorio, pues ninguno de ellos define qué son las antenas pectinadas, manifiestan qué es una palabra diferente y que por eso la seleccionaron. En la prueba de validación un 86.7% escoge la respuesta de “alas cubiertas por escamas”, identifican que es la característica de las mariposas y hacen un comparativo entre diferentes grupos que se encuentran dentro de los lepidópteros.

Pregunta 4: ¿Qué estructuras presentan las mariposas adultas?

- a. Antenas, abdomen, cabeza, ojos, cefalotórax, patas, piezas bucales y alas.
- b. Antenas, alas anteriores, alas posteriores, cabeza, tronco, ojos, antenas y patas.
- c. Antenas, alas posteriores, alas anteriores, cabeza, ojos, piezas bucales, tórax, abdomen y patas.



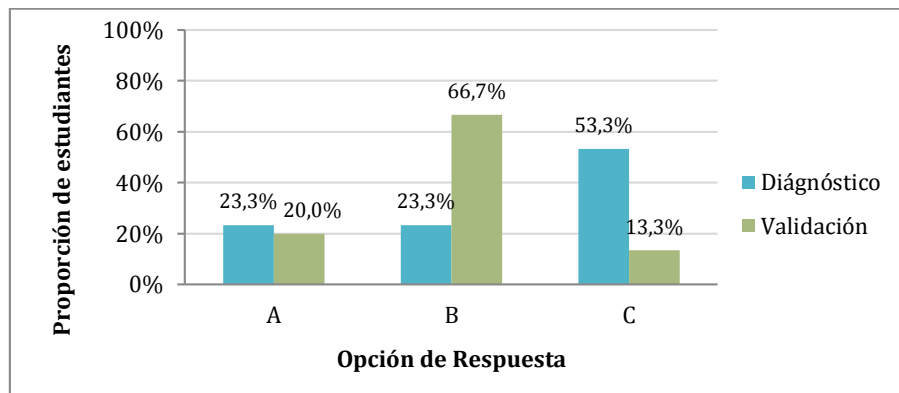
Gráfica 12: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 4

Como se evidencia en la prueba diagnóstica los estudiantes no tienen un conocimiento específico de la morfología de este grupo de animales o de los insectos en general, sino más bien un conocimiento cultural, relacionan las partes del cuerpo de una mariposa con las de los humanos. El 73.3% de los estudiantes mencionó la respuesta correcta en la prueba de validación, esto significa que después del trabajo realizado en los talleres y en los cuales se hizo énfasis en la morfología de las mariposas, se logró un gran avance

en cuanto a la identificación de las partes específicas y el reconocimiento de las características de *C. telamonius*.

Pregunta 5: ¿De qué se alimentan las mariposas adultas?

- a. Hojas y frutos en descomposición.
- b. Néctar y otros alimentos líquidos.
- c. Hojas y néctar.

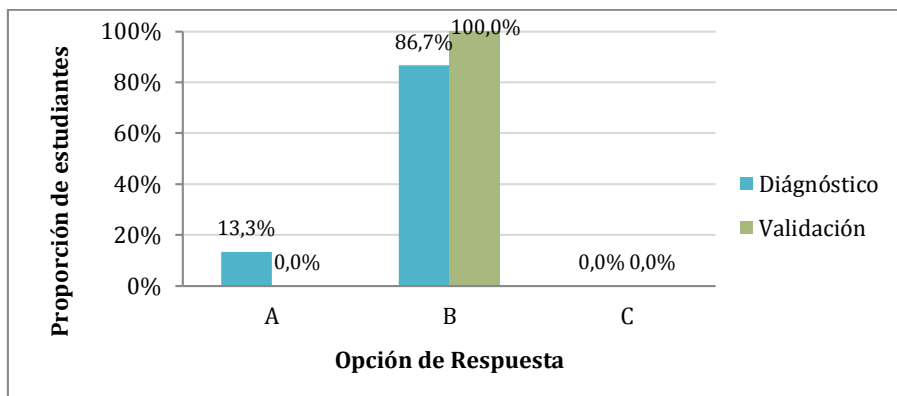


Gráfica 13: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 5

El 53.3% de los estudiantes en la prueba diagnóstica afirma que el alimento de las mariposas adultas son las hojas y el néctar, aparentemente existe un desconocimiento del tipo de aparato bucal que tienen los adultos, después de los talleres y la explicación de los docentes el 66.7% reconocen el tipo de alimento que consumen los adultos e identifican la estructura particular que utilizan para chupar el néctar y otros alimentos líquidos.

Pregunta 6: ¿De qué se alimentan las orugas de las mariposas?

- a. Néctar y otros alimentos líquidos.
- b. Hojas de la planta hospedera.
- c. Otros insectos.

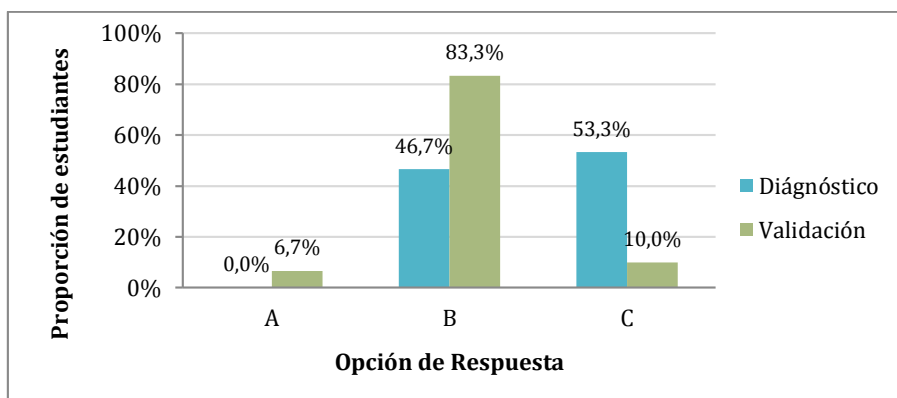


Gráfica 14: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 6

En esta pregunta los estudiantes tenían claro el tipo de alimento que consumen las orugas de las mariposas desde la prueba inicial, de esta manera el porcentaje de la prueba de entrada fue de 86.7%, y al finalizar las sesiones, se logró que la totalidad de estudiantes comprendieran que el aparato bucal de las larvas posee una estructura específica para cortar y triturar las hojas de las plantas hospederas.

Pregunta 7: ¿En qué hábitats no podemos encontrar mariposas?

- a. Selvas húmedas y sabanas.
- b. Nevados y océanos.
- c. Zonas tropicales y templadas.

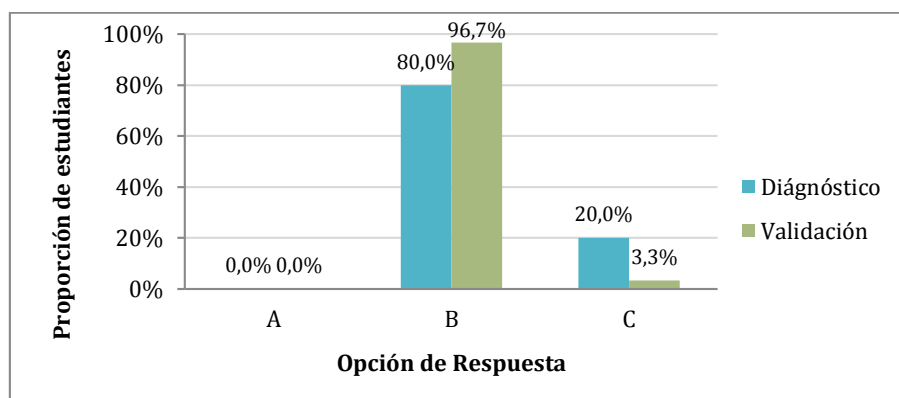


Gráfica 15: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 7

Esta pregunta en el test de entrada presentó un 46.7% de estudiantes que afirmaban que no podemos encontrar mariposas en nevados y océanos y un 53.3% en zonas tropicales y templadas, los estudiantes manifiestan no tener claras las particularidades de estos ambientes. Luego de las sesiones y los talleres prácticos un 83.3% de estudiantes comprende que los únicos lugares donde no habitan mariposas son los nevados y océanos.

Pregunta 8: ¿Qué nombre recibe el proceso por el cual las mariposas sufren grandes cambios metabólicos y morfológicos?

- a. Muda.
- b. Metamorfosis.
- c. Pubertad.

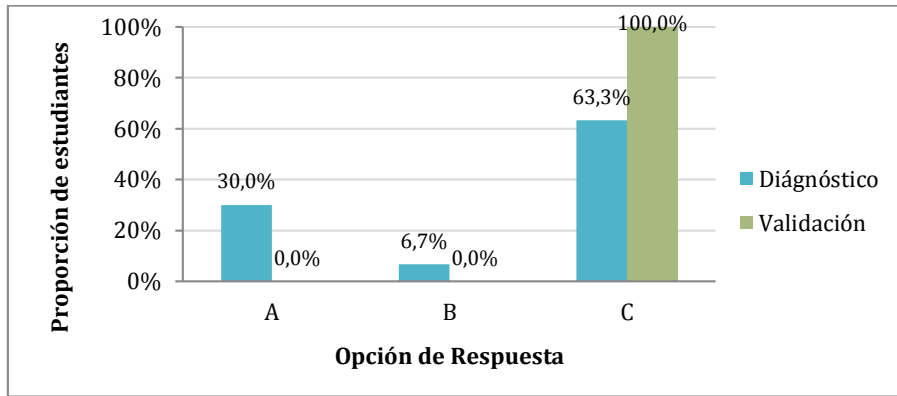


Gráfica 16: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 8

En la prueba diagnóstica se evidencia que el 80% de estudiantes dan la respuesta correcta a esta pregunta, sin embargo, un 20% desconocen el nombre que recibe el proceso por el cual las mariposas sufren grandes cambios y lo relacionan con el proceso que sufren los seres humanos en cierta etapa de su vida, en la prueba de validación se obtiene un 96.7% de estudiantes que contestan de manera correcta, es decir reconocen el concepto de metamorfosis.

Pregunta 9: ¿Cuál es el primer estado en el ciclo de vida de una mariposa?

- a. Larva.
- b. Pupa.
- c. Huevo.

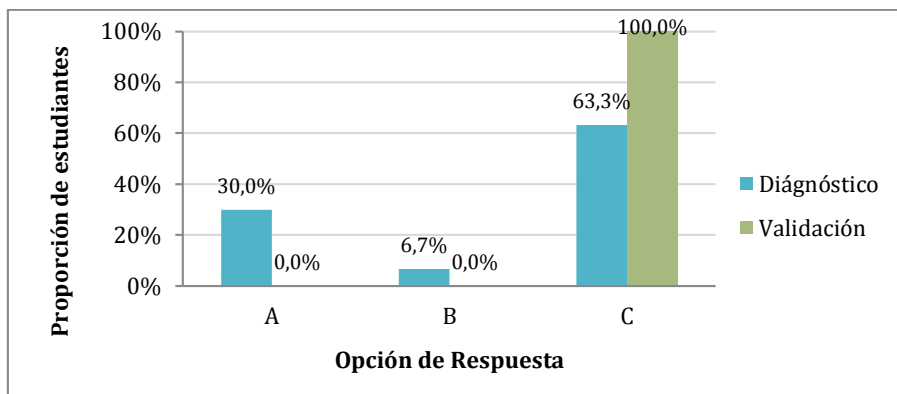


Gráfica 17: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 9

Al realizar el diagnóstico se observa que un 30% de los estudiantes identifican a la larva como el primer estado en el ciclo de vida de una mariposa, el 6.7% afirman que es la pupa el primer estado y el 63.3% que es el huevo. Después de realizar la identificación y caracterización de los estados de *C. telamoni* en las diferentes sesiones, se obtiene que un 100% de los estudiantes responden correctamente a esta pregunta.

Pregunta 10: ¿Qué etapas constituyen el ciclo de vida de las mariposas?

- a. Huevo – crisálida/pupa – adulto.
- b. Huevo – larva/oruga – crisálida/pupa – adulto.
- c. Huevo, larva/oruga – adulto.

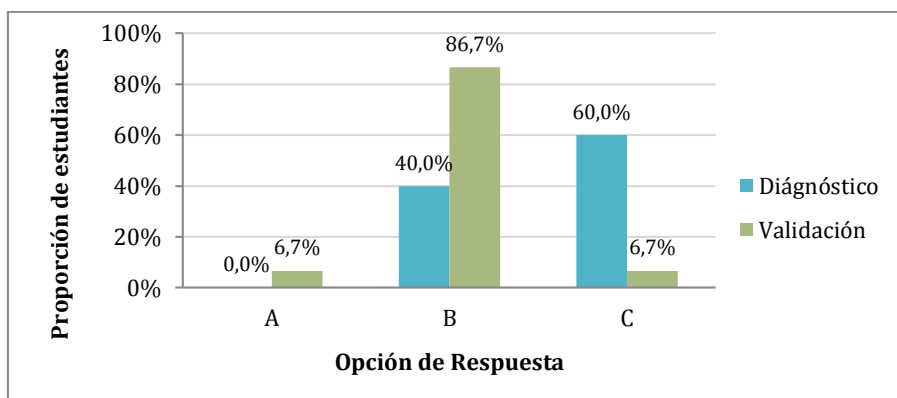


Gráfica 18: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 10

El 63.3% de los estudiantes manifiesta que el huevo, la larva y el adulto hacen parte del ciclo de vida de las mariposas, desconocen que la pupa es un estado, mientras que el 30% identifica el huevo, la pupa y el adulto en la fase de diagnóstico. En la prueba de validación el 100% reconoce solo tres etapas que constituyen el ciclo de vida de las mariposas.

Pregunta 11: ¿Qué tipo de aparato bucal presentan las mariposas adultas?

- Chupador.
- Picador.
- Masticador.

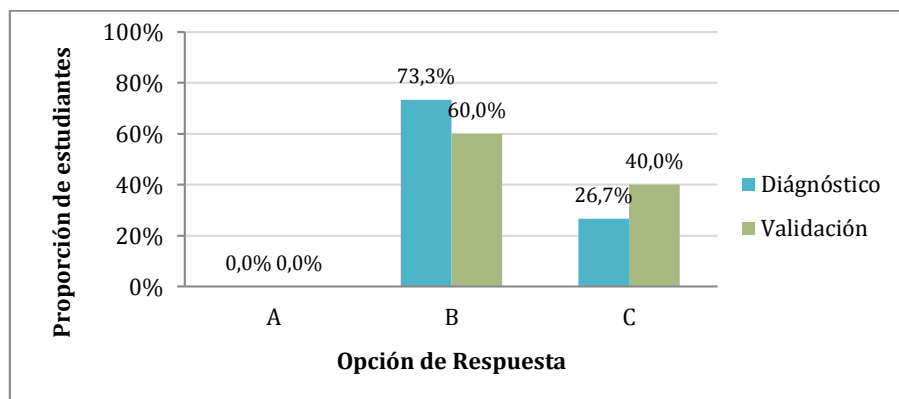


Gráfica 19: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 11

En el test de entrada para esta pregunta se evidencia que los estudiantes tienen respuestas ambiguas, el 40% selecciona picador y el 60% masticador, no tienen claridad frente a la forma de alimentación de los adultos y la confunden con la de otros insectos. Después de conocer los hábitos alimenticios de las mariposas adultas, solamente el 6.7% define que el aparato bucal característico de los imagos es chupador.

Pregunta 12: La mayoría de las mariposas adultas se alimentan por medio de una estructura bucal extensible llamada:

- a. Labio.
- b. Mandíbula.
- c. Probóscide.



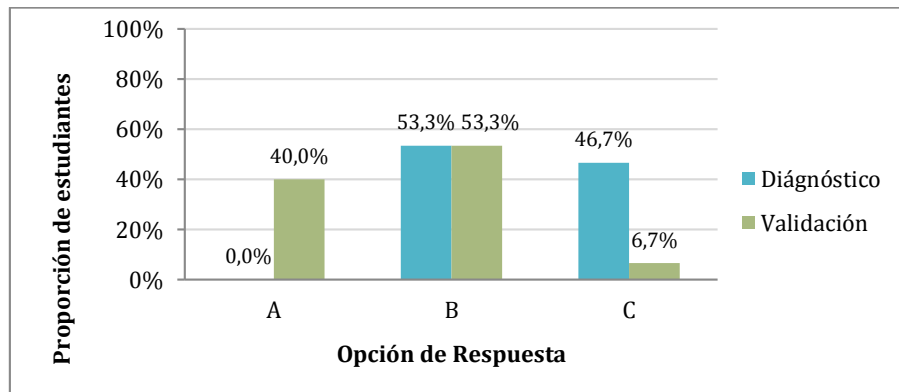
Gráfica 20: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 12

El 73.3% de los estudiantes en la prueba diagnóstica determinan que la estructura bucal extensible de las mariposas adultas se denomina mandíbula, así mismo el 60% en la prueba de validación tiene la misma respuesta, aspecto que determina poca interiorización de este concepto y hace pensar que se presenta una confusión entre los aparatos bucales de los inmaduros y los adultos, por lo cual se debe reforzar esta temática.

Pregunta 13: ¿Cuál es la importancia de las mariposas en los ecosistemas?

- a. La mayoría son una plaga para los cultivos.

- b. Son fuente de alimento para otras especies y son importantes para el proceso de polinización de las plantas.
- c. Son muy bonitas estéticamente y armonizan los ambientes naturales.

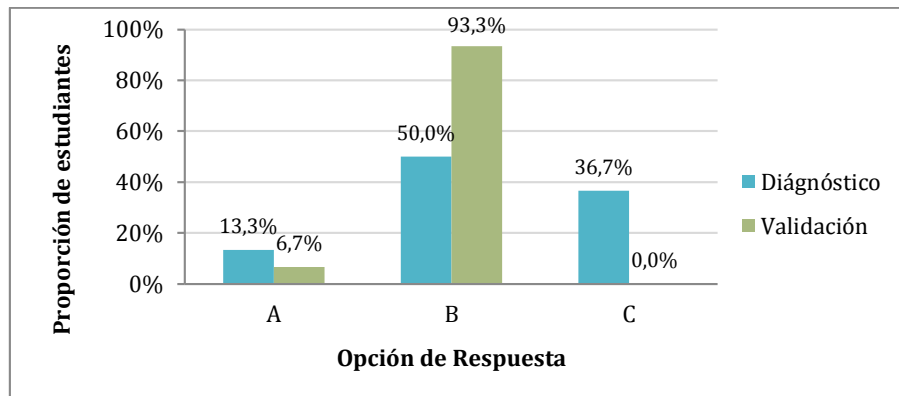


Gráfica 21: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 13

En la prueba diagnóstico se resalta que un 53,3% de los estudiantes evidencian que la importancia de las mariposas en los ecosistemas se fundamenta en que son fuente de alimento para otras especies y son importantes para el proceso de polinización, este mismo porcentaje se obtiene en la prueba de validación. También se evidencia en esta última que un 40% de los estudiantes argumenta que la mayoría de las mariposas son una plaga para los cultivos, esto puede deberse a la explicación dada acerca del comportamiento de las larvas y su importancia ecológica, por lo cual debe hacerse énfasis en la explicación de esta temática.

Pregunta 14: ¿Qué condiciones ambientales debo tener en cuenta para criar mariposas en cautiverio?

- a. Temperatura, radiación, alimento e intensidad lumínica.
- b. Temperatura, alimento y humedad relativa.
- c. Precipitación, temperatura, alimento y humedad relativa.

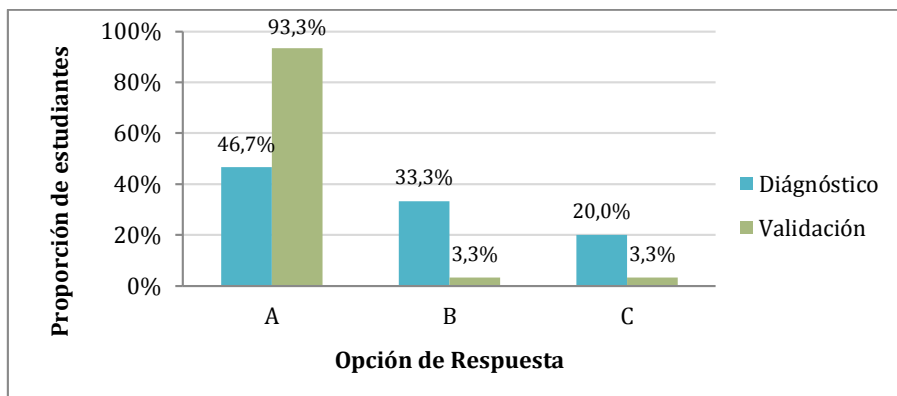


Gráfica 22: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 14

Al comparar la prueba diagnóstica con la prueba de validación, se determina que un 50% de los estudiantes argumentan que las condiciones ambientales para tener en cuenta en la cría de mariposas son la temperatura, alimento y humedad relativa, mientras que un 36.7% tiene en cuenta las precipitaciones, temperatura, alimento y humedad relativa, al finalizar el proceso se tiene un 93.3% de estudiantes que responde correctamente esta pregunta, se determina que la precipitación no es una condición ambiental a tener en cuenta para la cría de mariposas en cautiverio.

Pregunta 15: ¿Qué es un mariposario?

- a. Una construcción humana para la cría y exhibición de mariposas.
- b. Un lugar natural donde viven muchas mariposas.
- c. Un sitio donde llegan las mariposas migratorias.

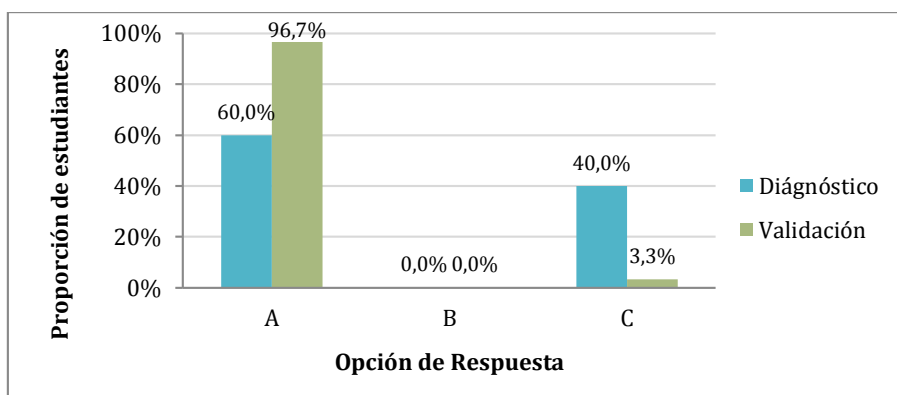


Gráfica 23: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 15

En la prueba diagnóstica se evidencia que el 46.7% de los estudiantes tienen claridad de qué es un mariposario, el 33.3% considera que un mariposario es un lugar natural donde viven muchas mariposas y el 20% que es un sitio donde llegan las mariposas migratorias. En la validación el 93.3% de los estudiantes tiene claro que el mariposario es una construcción humana para la cría y exhibición de mariposas.

Pregunta 16: ¿Cuál es el objetivo de un mariposario?

- Conservar y conocer la importancia ecológica de las mariposas.
- Exhibir la biodiversidad de un país.
- Conocer la taxonomía de los insectos.

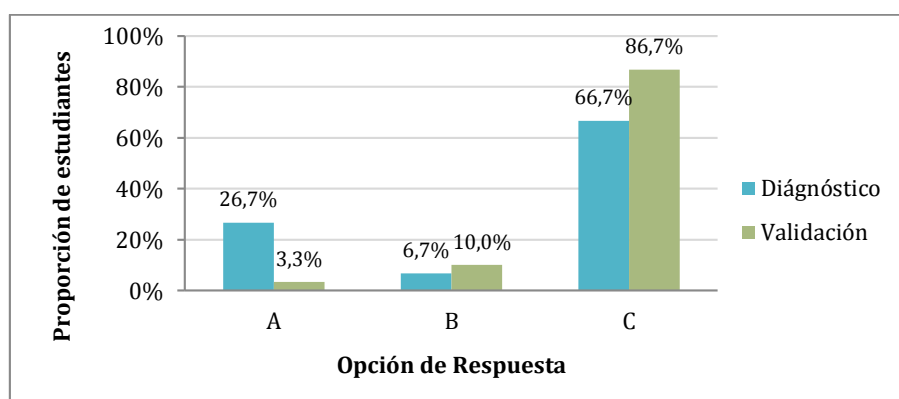


Gráfica 24: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 16

La prueba diagnóstica evidencia que el 60% de los estudiantes considera que el objetivo de un mariposario es conservar y conocer la importancia ecológica de las mariposas, a su vez, un 40% de los estudiantes afirma que un mariposario tiene como objetivo conocer la taxonomía de los insectos. Luego de las explicaciones teóricas y prácticas un 96.7% de los estudiantes presentan la respuesta correcta a esta pregunta, lo que manifiesta una interiorización del tema.

Pregunta 17: ¿Qué fases hacen parte del conocimiento científico?

- Toma de datos, experimentar, analizar, preguntar y observar.
- Resultados, preguntar, observar, formular hipótesis y experimentar.
- Observar, preguntar, formular hipótesis, experimentar y resultados.



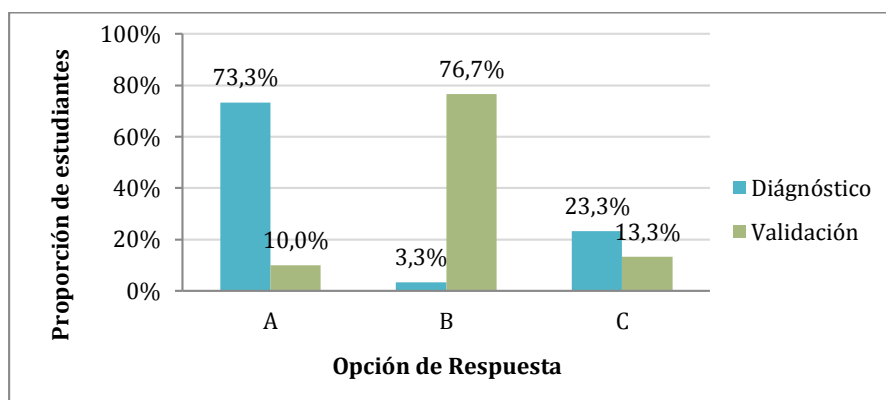
Gráfica 25: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 17

En la prueba diagnóstica un 66.7% de los estudiantes evidencia tener claras las fases del método científico y los procesos de pensamiento asociados a ellas, a través de las sesiones y en todas las prácticas que se realizaron con los estudiantes, se hizo énfasis en este proceso, por lo cual, en la prueba de validación un 86.7% de los estudiantes reconocen que observar, preguntar, formular hipótesis, experimentar y socializar los resultados hacen parte de las fases del método científico.

Pregunta 18: ¿En qué consiste la conservación de la biodiversidad?

- Movimiento ambientalista que busca la protección de la naturaleza.

- b. Conjunto de estrategias que buscan proteger y preservar la biodiversidad en los diferentes niveles de organización.
- c. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, permitiendo su utilización para las generaciones futuras.



Gráfica 26: Comparación de las respuestas de los estudiantes entre la prueba diagnóstica y el test de validación la pregunta 18

En la respuesta a esta pregunta se evidencia un notorio cambio en la conceptualización de los estudiantes, en un primer momento un 73.3% consideró que la conservación de la biodiversidad se trata de un movimiento ambientalista que busca la protección de la naturaleza, mientras que al finalizar el proceso con los estudiantes un 76.7% tienen claro que la conservación de la biodiversidad consiste en un conjunto de estrategias que buscan protegerla y preservarla en los diferentes niveles de organización.

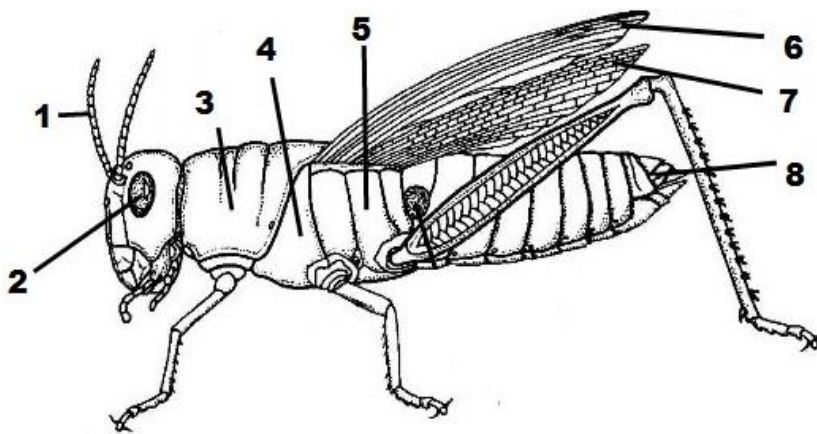
13.3. *Análisis de los talleres implementados en la fase de desarrollo*

TALLER 1: GENERALIDADES DE LOS INSECTOS

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Objetivo: Identificar algunos aspectos morfológicos, taxonómicos y evolutivos de los insectos.

1. Colorea la siguiente imagen y relaciona cada número con la parte corporal del insecto:



- ___ Ala anterior
- ___ Mesotórax
- ___ Ojo compuesto
- ___ Abdomen
- ___ Protórax
- ___ Antena
- ___ Metatórax
- ___ Ala posterior

2. Une con flechas los siguientes términos con su definición:

ARTRÓPODO	<u>Esqueleto externo característico de algunos invertebrados</u>
EXOESQUELETO	<u>Insectos con o sin alas cuyos antepasados si las tuvieron</u>
OVÍPARO	<u>Animales que completan su desarrollo en el interior de un huevo</u>
ARÁCNIDO	<u>Animal que presenta apéndices articulados y cuerpo segmentado</u>
HOLOMETÁBOLO	<u>Insectos que no poseen alas y nunca las han tenido</u>
APTERIGOTA	<u>Insectos que presentan metamorfosis completa (huevo, larva, pupa y adulto)</u>

PTERIGOTA

Artrópodo que no presenta antenas y posee quelíceros para alimentarse

Tabla 18: Matriz de análisis del taller 1

Categoría de Análisis	Análisis
Descripción morfológica de los insectos	Algunos estudiantes identificaban las partes específicas del cuerpo, evidenciando un manejo de la morfología, se les dificultaba reconocer estructuras similares de los insectos, confundían términos como protórax, mesotórax y metatórax
Taxonomía y evolución de los insectos	Reconocieron aspectos taxonómicos generales, identificaron relaciones evolutivas a partir de estructuras morfológicas, relacionaron las fases que comprenden el ciclo de vida de los insectos.
Actitudinal	Fueron receptivos a la información dada, demostraron interés por la temática, a algunos de ellos se le facilitó reconocer las estructuras morfológicas de los insectos y participaron activamente.

TALLER 2: CLASIFICACIÓN DE INSECTOS

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Objetivo: Identificar estructuras morfológicas, y determinar algunos grupos de insectos.

1. Observa los diferentes individuos, dibújalos y coloréalos.
2. Identifica y señala las partes principales.
3. Observa el insectario y describe los elementos asociados a este.

Tabla 19: Matriz de análisis del taller 2

Categoría de Análisis	Análisis
Identificación de estructuras morfológicas	La mayoría de los estudiantes realizaron dibujos muy básicos, sin simetría, ni detalles de partes específicas, se describieron los tamaños de algunas estructuras, tales como, antenas, ojos, patas, entre otras.
Determinación de insectos	Relacionaron algunos individuos con los descritos en las sesiones teóricas, se les dificultó utilizar términos relacionados con taxonomía.
Actitudinal	Demostraron gran interés por los ejemplares disecados, los observaron detalladamente, tomaron fotografías, hicieron preguntas acerca de los datos de las etiquetas.

TALLER 3: IDENTIFICACIÓN DE LOS LEPIDÓPTEROS

Nombre: _____ Fecha: _____

Objetivo: Reconocer las etapas que componen el ciclo de vida de *Caligo telamonius*

1. Determina si las siguientes afirmaciones relacionadas con los lepidópteros son falsas o verdaderas:
 - () Las larvas se alimentan típicamente de materia vegetal.
 - () Cumplen el rol de polinizadores de plantas y cultivos.
 - () No pueden llegar a convertirse en plagas de cultivos.
 - () Los adultos presentan aparatos bucales masticadores.
 - () Los adultos presentan alas con escamas.
 - () El nombre común de *C. telamonius* es mariposa búho o lechuza.
 - () El orden Lepidóptera está constituido únicamente por mariposas.
2. Según el video observado dibuja los cambios morfológicos que tienen las mariposas en su proceso de metamorfosis.
3. Observa un individuo adulto de *C. telamonius* y colorea las siguientes imágenes:



Tabla 20: Matriz de análisis del taller 3

Categoría de Análisis	Análisis
Identificación de las etapas que componen el ciclo de vida de <i>C. telamonius</i>	Los estudiantes reconocieron las características principales de los estados de <i>C. telamonius</i> , algunos estudiantes identificaron partes específicas, evidenciando un manejo de la morfología, las imágenes demostraron los colores representativos de la mariposa.
Reconocimiento de los cambios morfológicos en el proceso de metamorfosis.	Demostraron en las imágenes la conceptualización del proceso de la metamorfosis, aunque algunos no identificaron con exactitud los colores y detalles específicos de las imágenes observadas.
Actitudinal	Los estudiantes realizaron preguntas más elaboradas y más específicas en cuanto a los hábitos de <i>C. telamonius</i> , evidenciaron asombro y gran interés por el proceso de la metamorfosis, manipularon con gran destreza el individuo adulto disecado.

TALLER 4: CICLO DE VIDA DE *C. telamoni*

Nombre: _____ Fecha: _____

Objetivo: Identificar las principales características de las etapas que componen el ciclo de vida de *C. telamoni*

1. Observa los estados que componen el ciclo de vida de *C. telamoni*, dibújalos y coloréalos.
2. Describe las principales características de cada estado.

Tabla 21: Matriz de análisis del taller 4

Categoría de Análisis	Análisis
Descripción de las etapas del ciclo de vida de <i>C. telamoni</i>	Realizaron dibujos de las estructuras morfológicas con buen detalle, hicieron comparación con imágenes de otras especies, relacionaron los hábitos alimenticios de las larvas y de los adultos.
Actitudinal	Demostraron gran interés por la morfología de los diferentes estados, el desplazamiento y la voracidad de las larvas. La estructura particular de la pupa, fue relacionada con los colores de la vegetación del entorno y fue explicada como un proceso de adaptación a través del camuflaje.

TALLER 5: EL MARIPOSARIO COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Nombre: _____ Fecha: _____

Objetivo: Reconocer las características, estructura y condiciones ambientales de un mariposario como estrategia de conservación.

1. Realiza una descripción del mariposario, observa las plantas presentes y las condiciones ambientales.
2. Por grupos de trabajo formulen una pregunta relacionada con el comportamiento, adaptación, ciclo de vida o reproducción, de la mariposa Búho, *C. telamonius*.

Tabla 22: Matriz de análisis del taller 5

Categoría de Análisis	Análisis
Descripción del mariposario como estrategia de conservación.	Los estudiantes realizaron con detalle la descripción del mariposario, resaltando las funciones e importancia de las plantas sembradas, relacionaron la temperatura y la humedad relativa de los datos registrados por los instrumentos de medida, con condiciones muy parecidas al clima cálido.
Formulación de una pregunta de investigación	Se realizaron algunas preguntas como: ¿Qué duración tienen las etapas del ciclo de vida de <i>C. telamonius</i> en condiciones del invernadero en el Colegio José Antonio Galán IED? ¿Existen variaciones en el ciclo de vida de <i>C. telamonius</i> en diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa?
Actitudinal	Los estudiantes se mostraron interesados por conocer el mariposario, manifestaron el aumento de temperatura y humedad que se percibe cuando se ingresa al invernadero, realizaban muchas preguntas relacionadas con los instrumentos de medida, las mariposas adultas y el pupario. Para realizar las preguntas tuvieron en cuenta las observaciones y los conceptos vistos, formularon varias preguntas y se consolidaron solamente dos de ellas.

TALLER 6: CRÍA DE MARIPOSAS

Nombre: _____ Fecha: _____

Objetivo: Reconocer el modelo de cría de *C. telamonius*.

1. Consulta ¿Qué factores ambientales influyen en el desarrollo de las mariposas?, ¿Cuáles son las actividades necesarias para la cría de mariposas?, ¿qué debe tener y cómo se pueden controlar las condiciones ambientales en un mariposario?
2. Explica de qué manera aportan los mariposarios a la conservación.

Tabla 23: Matriz de análisis del taller 6

Categoría de Análisis	Análisis
Condiciones ambientales en un mariposario	Los estudiantes mencionaron que los factores que influyen son: la humedad relativa, la temperatura, la calidad del alimento y la higiene en los procedimientos; esto deja ver lo aprendido en cuanto a las relaciones de los organismos con el ambiente, y evidencia la comprensión frente a los factores ambientales y la relación de influencia de estos en el desarrollo de las mariposas. Respecto a las otras preguntas, las respuestas fueron muy variadas, aunque cabe resaltar una que llamó la atención “la responsabilidad con nosotros mismos y con los seres vivos, para que ellos puedan tener un buen desarrollo en su reproducción”.
Aportes de los mariposarios a la conservación	En las respuestas encontradas se evidenció la comprensión que realizaron los estudiantes, frente a la relación hombre - naturaleza, “los seres humanos necesitan de la naturaleza para vivir, que si se sigue de esta manera la población humana dejará de existir y la naturaleza podrá seguir su curso, los mariposarios pueden ser una fuente para conservar las mariposas”, argumentaron algunos estudiantes. También se evidenció la importancia del hábitat para la conservación de los

seres vivos, “si no se conserva el hábitat de las especies, es probable que no se pueda conservar esas especies” respondió un estudiante.

Actitudinal

Muchos estudiantes mencionaron la relación que se presenta entre el ser humano y la naturaleza, algunas expresiones fueron: “la naturaleza puede continuar sin el hombre, pero el hombre si necesita de la naturaleza”, “lo que no cuidamos hoy, se puede extinguir mañana”, se realizaron reflexiones frente a la biodiversidad y la conservación.

TALLER 7: CONDICIONES PARA LA SUPERVIVENCIA DE *C. telamonius*

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Objetivo: Reconocer las condiciones necesarias para la cría *ex situ* de *C. telamonius*.

1. Registre en la siguiente tabla los valores observados de humedad relativa (HR) y temperatura en cada día de observación.

	Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fuera del invernadero	HR															
	T°															
Dentro del invernadero	HR															
	T°															
Área de cría	HR															
	T°															

2. Observe los individuos de *C. telamonius* en las diferentes etapas de desarrollo y realice un registro fotográfico.
3. Registre en la siguiente tabla la cantidad de individuos observados en cada etapa del ciclo de vida de *C. telamonius*.

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Huevo															
Larva I1															
Larva I2															
Larva I3															
Larva I4															
Larva I5															
Pre-pupa															
Pupa															
Adulto															

Tabla 24: Matriz de análisis del taller 7

Categoría de Análisis	Análisis
Condiciones necesarias para la cría <i>ex situ</i> de <i>C. telamonius</i>.	Se registraron los datos relacionados con temperatura y humedad relativa, cantidad de individuos, los estudiantes demostraron destreza en el manejo de los instrumentos de medida y en la manipulación de los individuos.
Actitudinal	Los estudiantes se preocuparon por realizar las labores de mantenimiento del invernadero, se interesaron por el bienestar de las mariposas y las plantas.

13.4. *Registro fotográfico del desarrollo de la propuesta de bioprospección en educación*



Figura 15: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión I (prueba diagnóstica)



Figura 16: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión teórica



Figura 17: Estudiantes semillero de investigación – Sesión práctica (Morfología de insectos)



Figura 18: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión práctica (Instrumentos de medida)



Figura 19: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión práctica (Condiciones ambientales del mariposario)



Figura 20: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión práctica (Ciclo de vida de *C. telamonius*)



Figura 21: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión teórica (Formulación pregunta de investigación)



Figura 22: Estudiantes del semillero de investigación – Sesión práctica (Mantenimiento del invernadero)

13.5. *Determinación de los adultos de C. telamonius*

A continuación, se anexa la respuesta enviada por el Doctor Jean Francois Le Crom, enviada vía e-mail, en la que confirma la determinación de los individuos adultos de *C. telamonius* con los que se realizó la presente investigación.

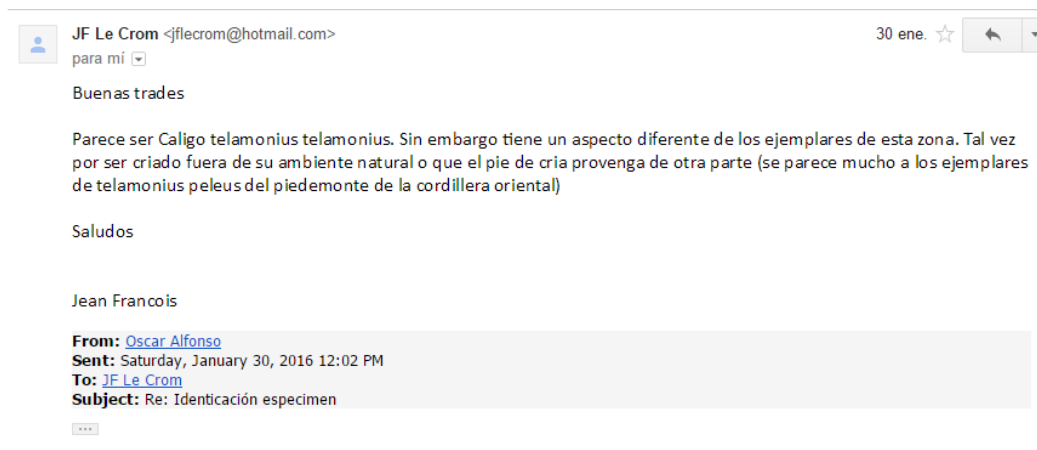


Figura 23: Respuesta enviada por el Doctor Jean Francois Le Crom vía e-mail con la determinación de los individuos de *C. telamonius*